أ.د صبحي أحمد الدليمي

جغرافية الطاقة





بسم اللـه الرحمن الرحيم

جغرافية الطاقة

•••

●●●

جغرافية الطاقة

أ.د صبحي أحمد الدليمي

الطبعة الأولى

2018م



دار امجد للنشر والتوزيع

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2017/9/5080)

621.491

الدليمي ، صبحي أحمد

جغرافية الطاقة/ صبحي أحمد الدليمي، عمان، دار أمجد للنشر والتوزيع،2017.

( ) ص

ر.إ: 2017/9/5080

الواصفات:/ الجغرافية// الطاقة

ردمك : ISBN:978-9957-99-657-4





عمان الأردن وسط البلد مجمع الفحيص الطابق الثالث

Tel: +9624652272 Mob: +962796914632

Fax: +9624653372 +962799291702

+962796803670

dar.amjad2014db@yahoo.com dar.almajd@hotmail.com



facebook

المحتويات



الفصل الرابع

الفصل الخامس

الفصل السادس



●●●

الفصل العاشر

الفصل الحادي عشر

الفصل الثاني عشر



الفصل الثالث عشر

الفصل الرابع عشر

الـمقدمة:-

ان الطاقة هي كل ما يمدّ بالنور ويعطينا الدفء وينقلنا من مكان إلى آخر، وهي تتيح لنا استخراج طعامنا من الأرض وتحضيره، وكذلك هي التي تضع الماء بين أيدينا وتدير عجلة الآلات التي تخدمنا.

فقد عرف الإنسان الطاقة كيف يتحكّم بالماء والريح، وقد خطا خطوات في مجال تسخير الطاقة، فاخترع الآلة البخاريّة مهيئاً بذلك وسيلة لاستثمار الطاقة ترتبّ عليها تحقيق عدد كبير من المنجزات في مجال الصناعة ثم اكتشف مصادر هائلة من النفط. حيث أننا نجد الطاقة في أشكالها المختلفة سواءً أكانت فحماً أو غازاً أو نفطاً أو كهرباء أو غيرها، فأصبح بعد ذلك النفط من المصادر الرئيسية للطاقة في هذا الوقت، ولكن نجد أن مصادر هذه الطاقة قابلة للنضوب على الرغم من وجود احتياطي كبير. وبالتالي لابد من البحث عن مصادر جديدة للطاقة.

لذلك قد بدأ العلماء في البحث عن بدائل للوقود الأحفوري سميت بالطاقة المتجددة تتميز عن الوقود الأحفوري بأنها لا تنضب مقارنة مع النفط الذي يتوقع له أن ينضب خلال القرن القادم، كما أن استثمار الطاقة النووية في توليد الكهرباء محفوف بالمخاطر البيئية فضلا عن أن مصادر اليورانيوم في العالم محدودة ولكن تكفي لمدة طويلة، وان استثمار الطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة المساقط المائية والطاقة الحرارية وطاقة المدّ والجزر وطاقة الهيدروجين وطاقة البرق وطاقة أمواج البحر ربما تفي ببعض احتياجات البشر من الطاقة لفترة طويلة من الزمن، وإن كانت مساهمة هذه الأنواع في توليد الطاقة من

إجمالي الطاقة المستهلكة في العالم لا يزال محدوداً لأن هذه الأنواع من الطاقة المتجددة تحتاج إلى مزيد من التطور التقني لتحسين التكلفة الاقتصادية وبالتالي يتوقع أن تساهم الطاقة المتجددة بصورة فعّالة في ترشيد الكهرباء وكذلك في التنقل.

من هذا المنطلق تعد الطاقة مرتكزا مهماً لتشغيل جميع الانشطة واستمرارها، لذلك فقد سعت العديد من الدول إلى تطوير الطاقة وتنويع مصادر توليدها، وللطاقة أهمية كبيرة في المجالات الاقتصادية والاجتماعية إذ تعد بحد ذاتها عنصر تنموي لان أي عملية تنمية اقتصادية سواء أكانت تنمية زراعية أم صناعية أم في مجالات السياحة وغيرها تتطلب توفر مصادر دائمة لتوليد طاقة كافية بما يسهم في تحقيق التنمية، كذلك أصبحت الطاقة اليوم عصب الحياة بما توفره للإنسان من سد احتياجاته ومتطلباته الضرورية، إذ تعاني معظم الدول التي لا تتوفر فيها فرص تنمية الطاقة من مشاكل تهدد أمنها واستقرارها.

وقد جاء الكتاب باربع عشر فصلا تناول الفصل الاول مفهوم الطاقة وتطورها وأهميتها وعناصرها اما الفصل الثاني فقد تناول الطاقة الشمسية والفصل الرابع تناول الطاقة الريحية في حين تناول الفصل الخامس الطاقة الكهرومائية اما الفصل السادس تناول طاقة المد والجزر والفصل السابع تناول طاقة الامواج اما الفصل الثامن فقد تناول الطاقة الحيوية وتناول الفصل التاسع الطاقة النووية والفصل العاشر تناول طاقة باطن الارض اما الفصل الحادي عشر تناول طاقة البرق والفصل الثاني عشر تناول طاقة الفحم في حين تناول الفصل الثالث عشر طاقة النفط واخيرا تناول الفصل الرابع عشر طاقة الغاز الطبيعي.

●●●

الفصل الأول

الطاقة

مفهومها...تطورها... أهميتها... عناصرها

●●●

●●●

اولا: مفهوم الطاقة:-

ان كلمة طاقة هي الترجمة الحرفية لكلمة enerjy أو enerjie أو energia باللغات الاوربية الحديثة وهي مشتقة من الكلمة اليونانية القديمة energos او energgeia المركبة من مقطعين en وتعني (في او داخل) و ergos وتعني نشاط،وبهذا فأن الكلمة تعني بداخله نشاط أو ان الشيء يحتوي على جهد او شغل، يعد توماس يونغ هو أول من استخدم كلمة طاقة Energe عام 1830 وقد استخدمها لأغراض محدودة ثم اصبحت هذه الكلمة اكثر تداولاً واستخداما في دول العالم.

إن التعريف السائد للطاقة ((القابلية الكامنة في أية مادة على أداء عمل)) فالطاقة المستعملة في الصناعة مثلا قد تكون في شكل حرارة وذلك بالحرق المباشر لمصادر الوقود كما يمكن إن تكون في شكل قدرة محركة وتكون في شكل قدرة حرارية وقدرة محركة في إن واحد عند تحويلها إلى طاقة كهربائية، وتعرف أيضا بأنها قدرة المادة على إعطاء قولا قادرة على انجاز عمل معين أو هي كمية فيزيائية تظهر على شكل حرارة أو شكل حركة ميكانيكية ولهذا نجد إن الطاقة هي قدرة للمادة للقيام بالشغل (الحركة)، فالطاقة التي يصاحبها حركة يطلق عليها طاقة حركية، والطاقة التي لها صلة بالوضع يطلق عليها طاقة كامنة.

ان الطاقة هي الشكل الأخر لموجودات الكون غير الحية، فالجمادات بطبيعتها قاصرة عن تغيير حالتها دون مؤثر خارجي، وهذا المؤثر الخارجي هو الطاقة،فالطاقة هي مؤثرات تتبادلها الأجسام المادية لتغير حالتها، فمثلا لتحريك جسم ساكن ندفعه فنعطيه بذلك طاقة حركية، ولتسخين جسم نعطيه طاقة حرارية وهكذا فأين كان

العمل فكريا أو عضليا فانه يتطلب لإنجازه كمية ملائمة من الطاقة، وتطورت مصادر الطاقة مع تطور وسائل العمل التي ابتكرها الإنسان لسد احتياجاته المختلفة (المادية والمعنوية)على مدى تاريخه الطويل.

يتوقف استثمار مصادر الطاقة على مجموعة من العوامل اهمها:-

1ـ المصدر المتاح في المكان، اذ ان كثيراً من مصادر الطاقة توجد في مواقع معينة ومن ثم فأن امكانية توفرها في مناطق اخرى تتوقف على مدى توافر انظمة النقل.

2ـ امكانية النقل لأن نقل اي من مصادر الطاقة من اماكن الانتاج الى اسواق الاستهلاك يتوقف على مسافة النقل ومدى تطور وسائل النقل.

3ـ محتوى الطاقة المتمثل بكمية الطاقة التي يمكن الاستفادة منها.

4ـ امكانية تخزين مصدر الطاقة وذلك ليمَكن من مواجهة أزمة انقطاع الطاقة وكذلك في الحالات القصوى لسد الطلب على الطاقة.

5ـ مرونة الطاقة وتعدد استخداماتها فضلا عن انخفاض سعر الطاقة اذ كلما انخفض سعرها زاد الطلب عليها.

ويعتمد تنامي الطلب على الطاقة على عدة عوامل رئيسية أهمها:-

1. النمو السكاني: إذ إن ارتفاع عدد السكان يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة مما يزيد الاستهلاك العالمي.

2. التطور الاقتصادي: يؤدي ارتفاع مستوى المعيشة وتطور البلد إلى ارتفاع الطلب على الطاقة.

●●●

3. معامل الطاقة: ويقصد بها كمية الطاقة التي يتطلبها إنتاج وحدة من الناتج المحلي الإجمالي.

4. رخص وتوفر التكنولوجيا الحديثة.

5. وجود سياسات مدروسة لاستخدام الطاقة على صعيد الفرد والمؤسسات.

ثانيا: الطاقة عبر العصور:

استعمل الإنسان في بادئ الأمر طاقته الذاتية الناتجة عن الطاقة الكيميائية الكامنة في غذائه، وكان من أعظم اختراعات الإنسان الأول اختراع طريقة لإشعال النار من احتكاك قطعتين من الخشب، فعندها بدأ الإنسان باستعمال الخشب كمصدر رئيسي للطاقة، بعدها تعلم تدجين الحيوانات التي استعملها الإنسان كمصدر للغذاء (وهو مصدر طاقة كيمائية وبروتين) وكوسيلة للتنقل والقيام بالأعمال الزراعية التي مكنته من انتاج كميات من الغذاء والأدوات التي تزيد عن الحاجة، عندها دخل في مجال التجارة واستطاع استعمال القوارب التي تعتمد على طاقة الرياح في التنقل.

توسع استعمال الطاقة نسبيا بعد اكتشاف النحاس والبرونز حيث أن عملية صهرهما تحتاج إلى طاقة عالية والتي كانوا يحصلون عليها من خلال حرق كميات كبيرة من الأخشاب، ومن ثم تطورت عمليات استخدام طاقة المياه في أعمال الري وطحن الحبوب.

ثالثا: استخدامات الطاقة:-

تؤدي الطاقة دورا مهما وحيويا في جميع القطاعات الاقتصادية والحضارية وقد ازدادت اهميتها في الوقت الحاضر بحيث اصبحت عصب الحياة ولا يمكن الاستغناء عنها بأي حال من الاحوال وعليها تتوقف اي عملية تنمية إذ لا يمكن تنمية اي قطاع من القطاعات الاقتصادية (الصناعة، الزراعة، النقل، السياحة) الا بتوفر الطاقة الملائمة لهذه القطاعات.

ففي القطاع الصناعي تمثل الطاقة احد اهم مرتكزات الصناعة كما تعد عاملا حاسما في اختيار الموقع الصناعي واستمر دور الطاقة الحاسم في اختيار الموقع الصناعي وتوطنه الا بعد تطور وسائل النقل مما ادى الى امكانية تخزين ونقل الطاقة لمسافات بعيدة مما ادى الى تحرير الصناعة من التوطن عند مصادر توليد الطاقة.

وتتمثل الطاقة المستخدمة في القطاع الصناعي اما على شكل حرارة مباشرة تستخدم في عمليات الصهر في الافران او تستخدم على شكل قوة محركة للآلات والمكائن الكهربائية او لأغراض الإنارة والتكييف داخل المؤسسات الصناعية.

أما في القطاع الزراعي إذ تؤدي الطاقة دورا مهما في القطاع الزراعي وخاصة في الزراعة الحديثة التي تعتمد وبدرجة كبيرة على الطاقة الكهربائية التي تستخدم في عمليات الري الحديثة (الرش والتنقيط) وعمليات الصرف والحراثة الحديثة والتسميد بواسطة الآلات الميكانيكية التي تعمل بالطاقة الكهربائية فضلا عن عملية تكييف الحقول الزراعية (الزراعة المحمية) بهدف زيادة الانتاج الزراعي.

اما قطاع النقل الذي يمثل اساس عمليات التنمية فانه يحتاج توفر طاقة ملائمة كماً ونوعاً إذ تعتمد جميع وسائط النقل على توفر الطاقة والوقود.

●●●

رابعا: مصادر الطاقة:-

لقد بات من المعروف لدينا ان مصادر الطاقة تنقسم إلى فرعين رئيسين يندرج تحت لواء كل فرع منهما الكثير من التفاصيل المتشعبة، إذ تقسم مصادر الطاقة إلى ما يلي:-

مصادر الطاقة غير المتجددة (الاحفورية): وتشمل الفحم والنفط والغاز الطبيعي، تمثل هذه المصادر أهمية كبيرة فهي تمتلك صفة تعدد الاستعمالات وإمكانية نقلها بسهولة وتوفر القدرة على استخراج مشتقاتها وتسهم هذه المصادر الثلاثة بأكثر من (80%) من إجمالي الطاقة العالمي.

1: الفحم

يعد الفحم من مصادر الطاقة الرئيسية بعد النفط وذلك لاستثماره في توليد الطاقة الكهربائية وتشغيل المصانع وكذلك مصدر من مصادر التدفئة في البلدان الباردة، ونظرا لأهمية الفحم فقد قامت الكثير من الدول بتجنيد الآلف من العمال والجيولوجيين للبحث عن هذا المصدر المهم من مصادر الطاقة واستخراجه من باطن الأرض واستثماره في جوانب مختلفة.

ان الفحم هو باقيا رواسب نباتية وأعشاب كانت تنمو على سطح الأرض وتغطي مساحات واسعة في العصور الجيولوجية القديمة، وان هذه البقايا قد غمرت في مياه المستنقعات او عند سواحل البحار الضحلة وترسبت فوقها رواسب ثقيلة من الرمال والحصى مما ادى الى حدوث تفاعلات كيمياوية سبب تآكل بعض اجزاء النباتات ثم جاءت الرواسب الثقيلة التي تراكمت فوقها والناجمة عن الحركات الارضية مما أدى الى حدوث تحول تلك النباتات الى الفحم وذلك اثناء

العصر الكربوني والعصر الفحمي حيث تعرضت الكرة الارضية في هذا العصر إلى الكثير من الحركات التي ساهمت بظهور الطبقات الحاوية على الفحم بشكل التواءات بارزة وخير دليل على ذلك بعض القمم الالتوائية المتواجدة في الولايات المتحدة الأمريكية، أما بداية استخدام الفحم الحقيقية فقد بدأ استخدامه في العصور الوسطى واختراع المحرك البخاري في القرن الثامن والتاسع عشر حيث شهدت تلك الفترة طفرة كبيرة ضمن ما يسمى بالثورة الصناعية، ينظر الصورة(1).

الصورة(1) توضح استثمار الفحم من المناجم



2: النفط:

يعتبر من أهم مصادر الطاقة وأكثرها انتشارا وهو عبارة عن سائل أسود كثيف سريع الاشتعال ويكون من خليط من المركبات العضوية والتي تتكون أساسا من عنصري الكربون والهيدروجين وتعرف باسم الهيدروكربونات وتتراوح نسبتها في بعض أنواع النفط بين 50 % - 98%.

يساهم النفط اليوم بحوالي 38% من استهلاك الطاقة العالمي بدأ باستعماله كأحد مصادر الطاقة عند اكتشافه في فيلاد لفيا عام (1865م) ولم يبدأ انتشار

استخدام النفط كمصدر رئيسي للطاقة إلا خلال الربع الثاني من القرن العشرين، وذلك لتوفر كميات كبيرة منه وبأسعار زهيدة في الولايات المتحدة الأمريكية والشرق الأوسط، ينظر الصورة(2).



الصورة(2) توضح استثمار النفط



3: الغاز الطبيعي:

الغاز الطبيعي هو خليط من الغازات القابلة للاحتراق من المواد الهيدروكربونية، يتكون أساسا من الميثان.

استُخدِم " الغاز الطبيعي " في " الصين " كوقود منذ عام 250 م، وفي القرن السابع عشر الميلادي استُخدِم للتسخين والإضاءة في شمال " إيطاليا "، كما استخدم لإنارة الشوارع في إنجلترا في القرن الثامن عشر الميلادي، ولكنه كان في الغالب يُعامَل كعادم، وقد تم حفر اول بئر للغاز الطبيعي في عام 1821 في الولايات المتحدة الامريكية، و قديماً لم يكن ممكناً نقله أو تخزينه، مما أدى لاستخدامه في المناطق القريبة من حقول الانتاج، ينظر الصورة(3).

الصورة(3) توضح استثمار الغاز الطبيعي



ب: مصادر الطاقة المتجددة:-

مفهوم الطاقة المتجددة (**Renewable energy**):-

هي الطاقة التي نحصل عليها من خلال مصادر الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، كطاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة المياه والطاقة الجوفية في باطن الأرض وطاقة الكتلة الحيوية وغيرها، وكلها طاقات لا تنضب، وهي بذلك عكس الطاقات غير المتجددة، التي تكون مستنفذة لأنها لا يمكن تصنيعها ثانية او تعويضها مجددا في زمن قصي، والتي تكون دائما في مخزون جامد في باطن الأرض لا يمكن الإستفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها، وتشمل النفط والفحم والمعادن والغاز الطبيعي والمواد الكيميائية حيث بلغت نسبة الطاقة المتجددة المنتجة في عام 2005 حوالي 2،15% من إنتاج الطاقة العالمية.

لقد أدى التلوث البيئي الذي يسببه حرق الوقود الاحفوري بمصادره الثلاث (النفط والفحم والغاز الطبيعي)إلى التفكير بإيجاد مصادر بديلة تكون

صديقة للبيئة وتساهم في التخفيف من ظاهرة تدهور المناخ العالمي فضلا عـن إن هنـاك ثـلاث دوافع رئيسية تحفز الدول إلى الاتجاه نحو الطاقة المتجددة هي:

1. امن الطاقة:حيث تشير غالبية التوقعات إلى إن تضاءل احتياطات البترول والغـاز وازديـاد الاستهلاك العالمي الحالي للطاقة سوف يـؤدي في النهايـة إلى زوال هـذا المـصدر الحيـوي للطاقـة وبالتالي لابد من التفكير من ألان في إيجاد مصادر أخرى بديلة.

2. تغير المناخ: فبإمكان الطاقة المتجددة إن تساهم في تأمين احتياجاتنـا للطاقـة وتقلـص في نفس الوقت مـن انبعـاث الغـازات المـسببة للاحتبـاس الحـراري، إذ إن كميـة الغـازات المـسببة للاحتباس الحراري، كثاني اوكسيد الكـاربون والميثـان، تتزايـد في الغـلاف الجـوي المحـيط بـالكرة الأرضية وان هذه الزيادات في كمية الغازات تزيد من ارتفـاع درجـه الحـرارة في العـالم، ويعتقـد الكثير من العلماء إن ارتفاع درجات الحرارة هذا ينذر بنتائج سلبية وكارثية محتملة، وان الوقت الحاضر هو الإطار الزمني الصحيح لمعالجة هـذه المـسألة، وان هنـاك إجـراءات يمكـن اتخاذهـا، ومن هذه الإجراءات استعمال طاقة متجددة خالية من الكربون.

3. كلفة الطاقة المتجددة: التي أخذت تتقلص منذ عدة عقود ومن المنتظر إن تستمر تكلفة أنواع معينة من الطاقة المتجددة في الانخفاض ويمكن إرجاع اخفاض تكاليف الطاقات المتجـددة إلى تطور التكنولوجيات في إنتاج الطاقة، وسوف يستمر هذا الانخفاض إثناء مراحل تطـور هـذه الصناعة.

●●●

خامسا: أهمية الطاقة المتجددة:-

تعد الطاقات المتجددة بديلا مهما للطاقة على سطح الكرة الأرضية في ضوء نضوب مصادر الطاقة التقليدية، وأهمية استخدام هذه الطاقات يدخل بعضها في الأطر الاقتصادية والأخر في الأطر البيئية وبعضها الأخر في التنمية الاجتماعية، ويمكن تلخيص بعضها بالاتي:-

تضيف تنوعا إلى مصادر إنتاج الطاقة كالحرارة والوقود والكهرباء.

2. تنظيف مصادر الطاقة، فهي تضيف مصادر طاقة نظيفة إلى مصادر الطاقة التقليدية الملوثة للبيئة.

3. موازنة استعمال الوقود الاحفوري، وتوفيره للتطبيقات الأخرى وللأجيال القادمة.

4. تزيد مرونة الأنظمة الكهربائية باعتبار إن الطلب على الكهرباء متغير مستمر.

5. خفض التبعية وتقليل الإنفاق على الوقود المستورد.

6. تصلح للتجمعات السكنية البعيدة ،حيث تنعدم شبكات الطاقة، أو تكون ناهضة التكاليف.

8. تسهم هذه الأنظمة الصغيرة للطاقة في الاقتصاد المحلي وتخلق وظائف محلية.

سادسا: اقتصاديات الطاقة المتجددة: Renewable energy economic

تحقق الطاقة المتجددة (Renewable energy) أهدافا اقتصادية عديدة لعل أهمها عدة احد وسائل حماية البيئة، مما دفع دولا عديدة إلى الاهتمام بتطوير هذا المصدر من الطاقة وتضعه هدفا تسعى لتحقيقه وعليه أصبح خيار التوجه نحو إنتاج الطاقة المتجددة بواسطة المصادر غير التقليدية حتميا في ضوء نجاح العديد من

التجارب العلمية، فهي فضلا عن الميزات العديدة التي تتصف بها لا سيما مراعاة معايير الأمان فقد سجلت انخفاضا لافتا في تكاليف القيمة الإجمالية بتسجيل 12-14 سنتا لتوليد الكيلو واط، وهو ما يعجز عن توفيره قطاع المفاعلات النووية التي تعتزم العديد من دول المنطقة تدشينه خلال السنوات القادمة،أو توليد هذه الكمية من الطاقة وتوفير فرص العمل دون مخاطر.

وللطاقة المتجددة عدة خصائص ومميزات أهمها:-

1. متوفرة في معظم دول العالم.
2. مصدر محلي ويتلائم مع واقع تنمية بعض المناطق النائية والريفية واحتياجاتها.
3. نظيفة ولا تلوث البيئة ،وتحافظ على الصحة العامة.
4. اقتصادية في كثير من الاستخدامات وذات عائد اقتصادي كبير.
5. ضمان استمرار توافرها وبسعر مناسب وانتظامه.
6. لا تحدث أي ضوضاء أو تترك أي مخلفات ضارة تلوث البيئة.
7. تحقق تطورا بيئيا واجتماعيا وصناعيا وزراعيا على طول البلاد وعرضها.
8. تستخدم تقنيات غير معقدة ويمكن تصنيعها محليا في الدول النامية.

سابعا: الطاقة المتجددة وتكاليف إنتاجها:

(Renewable energy and production costs)

من الضروري قبل احتساب تكلفة اقتصاديات الطاقة المتجددة إن نعلم نوع التطبيق للطاقة المتجددة وحجم الاستهلاك بالإضافة إلى مواصفات المكان وهل هي منطقة نائية أو قرب المدينة أو داخل المدينة ؟ ويجب معرفة فترة التشغيل اليومية وهل هناك حاجة إلى تخزين الطاقة أم لا؟ وهل هناك حاجة إلى الصيانة ومدى تكراراها ؟

والجدول(1) يبين نسبة استهلاك الطاقة المتجددة من مجمل استهلاك الطاقات المتجددة في الوطن العربي عام 2005.

الجدول(1) استهلاك الطاقة المتجددة في الوطن العربي لسنة 2005.

مصدر الطاقة	مقدار الاستهلاك ب (م.ط.م.ن)	النسبة المئوية%
النفط الخام	3840	33.4
الغاز الطبيعي	2480	21.5
الفحم	2800	24.4
الطاقة النووية	630	5.5
الطاقة المائية	640	5.6
الكتل الحية والطاقات الأخرى	1110	9.6

إجمالي استهلاك الطاقة في العالم	11500	100

م.ط.م.ن: مليون طن مكافئ نفط.

وإذا أخذت جميع هذه العوامل في الحسبان واتبعت الطرق الصحيحة لاستثمار واستخدام هذا النوع من الطاقة بشكل اقتصادي ومحاولة تطويرها إلى الشكل الأفضل قد يؤدي إلى انخفاض تكلفة الوات الواحد المنتج منها.

وبالرغم من انخفاض كلف التشغيل في حالة الطاقة المتجددة لعدم وجود تكلفة للوقود إلا إن كلف الإنتاج لاتزال مرتفعة عند مقارنة كلفتها لإنتاج الكهرباء مع الأساليب التقليدية وان كان هناك صعوبة في المقارنات المباشرة للطبيعة المتقطعة في إنتاج الكهرباء للطاقة المتجددة إن كلف إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح (وهي اقل الكلف للطاقة المتجددة تتراوح من (4-15) سنتا للكيلو وات ساعة بينما هي لا تتجاوز (3) سنتات في حالة إنتاج التوربينات الغازية ذات الدورة المفردة او2 سنت في حالة الدورة المزدوجة (ثمن الغاز حوالي 5$ لكل مليون BTU) وتصل الكلف للكيلو وات الساعي إلى مستويات عالية قد تصل (30) سنت في حالة استخدام الخلية الضوئية وبالتالي فان استعمال هذا النوع من التكنولوجيا يقتصر على الاستعمالات الصغيرة وإذا نظرنا إلى أسعار الكهرباء المنتجة من الطاقة المتجددة للكيلو واط الواحد ،أنها قد تذبذبت في مطلع الألفية الثالثة كما هو مبين في الجدول (2):-

الجدول(2)

مقارنة تكاليف إنتاج مصادر الطاقة

مصدر الطاقة	التكاليف (سنت /دولار أمريكي)
طاقة الشمس الحرارية	18-12
طاقة الشمس (لتوليد الكهرباء)PV cells	25-فأكثر
طاقة الرياح	15-5
طاقة نووية	2-1
طاقة الحرارة الجوفية	10-2
الطاقة الكهرومائية	13-5
توربينات الغاز	2-3

وعليه هناك دعم دولي ومحلي لإشاعة الطاقة المتجددة لكونها طاقة نظيفة ومستدامة ولا تتسبب بالتلوث وتحقق مزيد من المساواة الاجتماعية والسياسية في

استخدام مصادر الطاقة كما أنها تؤدي إلى تنمية اقتصادية متوازنة من خلال الاستهلاك الرشيد للطاقة.

ثامنا: الاتجاه العالمي نحو الطاقة المتجددة (والاتفاقيات الدولية):

ازدادت توجهات العالم وخاصة في أوروبا وأمريكا للاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة التي تبشر بآفاق اقتصادية واعدة في المستقبل القريب، ففي ظل الارتفاع المتزايد في أسعار النفط لم يعد إمام الدول من خيار سوى البحث عن مصادر بديلة أخرى جديدة للطاقة ورخيصة، خطة (الثورة الخضراء) وبخاصة مع استمرار المخاوف من ظاهرة الاحتباس الحراري والتغيرات المناخية، فقد تم إنشاء هيئة دولية للطاقة المتجددة (IRENA International Renewable Energy Agency) واتفقت معظم دول العالم على تكوين مجلس دولي مستقل للطاقة المتجددة Council for Renewable Energy WCRE World إلى جانب العمل على إقرار قوانين خاصة بالطاقة المتجددة (طاقة القرن الواحد والعشرين) ويتزامن معدل النمو الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة المختلفة بتطور سياسات وأليات التنمية ودعم مشاريعها واستخداماتها على المستوى العالمي فمن إصدار قانون لتنمية استخدامات الطاقات المتجددة إلى تطبيق ألية تعريف التغذية (Feed –in tariff) التي تنص على وضع تعريفة جمركية ROCs محددة لشراء الطاقة المنتجة لكل مصدر من مصادر الطاقة المتجددة إلى تقديم حوافز مالية ومنح تحسن من اقتصاديات مشروعات الطاقة المتجددة إلى الإعفاءات الضريبية سواء لمشروعات الطاقة المتجددة أو مشروعات أخرى يمتلكها المستثمر وغير ذلك من السياسات التي تظهر

من حين لأخر وقد ترى الدولة تطبيق حزمة منها تشمل العديد من الآليات والسياسات بدلا من تركيز على سياسة بعينها.

وتحظى مشاريع الطاقة المتجددة اليوم باهتمام عالمي متزايد نظرا للفوائد البيئية والاقتصادية التي توفرها ووفقا للتقارير المالية التي أوضحتها مؤسسة (بلومبيرج)، فقد قدرت معدل الإنفاق العالمي في قطاع الطاقة المتجددة إلى نحو 200 مليار دولار عام 2010 بعد إن بلغ 162 مليار دولار في عام 2009 مما يمثل نموا كبيرا مقدرا بمبلغ 30مليار دولار استثمرت في قطاع الطاقة المتجددة عام 2004 وفي مجال التقنيات النظيفة فعلى سبيل المثال قامت أكثر من 100دولة في عام 2010 بوضع نوع من السياسات المتعلقة بتطوير قطاع الطاقة المتجددة مقارنة بـ55 دولة قامت بتلك الإعمال أوائل عام 2005 وهو ما يعد إشارة واضحة على قيام الحكومات في جميع أنحاء العالم بوضع قضية الطاقة المتجددة في مقدمة أجندتها وصدارة أولوياتها.

تاسعا: صور وأشكال الطاقة المتجددة

.Photos and renewable forms of energy

1-الطاقة الشمسية (Solar power).

2- طاقة الرياح (Wind energy).

3- طاقة المساقط المائية (Energy waterfalls).

4- طاقة حركة أمواج المد والجزر (Waves tidal energy).

5- الطاقة الموجية (Wave power)

●●●

6- طاقة حرارة باطن الأرض(Underground heat energy)

7- طاقة الكتلة الحيوية (biomas energy)

8- الطاقة النووية ((Nuclear Energy

9- طاقة الهيدروجين (Hydrogen energy)

10- طاقة البرق(Levin Energy)

1: الطاقة الشمسية:- (Solar power).

هي الطاقة التي تعتمد على الإشعاع الشمسي، إذ تشع الشمس طاقة مستمرة بلا انقطاع إذ أن الارض تستلم طاقة تقدر بـ (1001 مليار ميغا واط)، والاشعاع الشمسي هو موجات كهرومغناطيسية تنتقل بين سطحي جسمين وتسير بسرعة الضوء (300الف كيلو متر/ثانية).

وقد استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل كما استخدمت في مجالات أخرى كما وردت في كتب التاريخ، فقد احرق ارخميدس الأسطول الحربي الروماني في حرب 212 ق. م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة بؤرة المرايا كما استخدمت في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء، اما في عام 1747م تمكن العالم الفرنسي جورج لويس اول فرن لطهي الطعام،

وخلال منتصف الثلاثينات زاد الاهتمام بالطاقة الشمسية وخاصة في مجال استخدام السخانات الشمسية بسعة 100-200 لتر حتى بلغ عدد هذه السخانات فوق اسطح المنازل 250 الف سخان في اليابان وحدها عام 1966، وفي عام 1988 استطاع العالم وتسون من تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة ميكانيكية ضمن ما يسمى بالازدواج الحراري، ينظر الصورة(4).

الصورة(5) توضح خلايا توليد الطاقة الشمسية



2: الطاقة الريحية: (Wind energy).

تعرف الطاقة الريحية بانها عملية تحويل حركة (طاقة) الرياح الى الطاقة الكهربائية، ويتم ذلك باستخدام المراوح الهوائية ((Turbinesالتي تديرها الرياح

ويتم تحويل دورانها الى كهرباء بواسطة مولدات كهربائيـة، ويعتمـد مقـدار الطاقـة الكهربائيـة المولدة على سرعة الرياح وقطر المروحة.

استخدمت قديما الطاقـة المتـوفرة في حركـة الريـاح لـدفع الـسفن الـشراعية في البحـار والانهار في اكثر من بلد، ولم يتوقف الانسان على استخدام طاقة الرياح في دفع الـسفن الـشراعية فحسب بل تعداه عندما اخترع الطواحين الهوائية التي شهدت تطورا سريعـا وانتقـل اسـتعمالها عبر القارات والمحيطات لتشمل اجزاء كثيرة من العالم.

وقد وجدت الطواحين الهوائية في اوربا وغيرها التي تـستخدم لطحـن الحبـوب وعـصر الثمار والحبوب للحصول على الزيوت النباتية، ثم وصلت التقنية الى الولايات المتحدة الامريكيـة عام 1700 من خلال المستوطنين الهولنديين ثم اخذت تقنية تطـوير مولـدات الـريح الكهربائيـة وصولا الى عام 1973 عندما تفاقمت مشكلة الازمـة النفطيـة مـما ادى الاهـتمام الاكـثر بالطاقـة الريحية وتطويرها من قبل وكالة الفضاء الامريكية (ناسا).

يعد البروفسور الـدنماركي (لاكـولا) العـالم الرائـد في مجـال الطاقـة الكهربائيـة باسـتخدام الطـواحين الهوائيـة، وشـهدت الطـواحين الكهربائيـة تطـورا كبـيرا في تقنياتهـا مـما سـاعد عـلى زيـادة حجـم الطاقـة المنتجـة عـلى يـد رواد في مجـال هندسـة الطاقـة الكهروريحيـة، ينظـر الصورة(5).

الصورة(6) توضح استثمار طاقة الرياح بواسطة الطواحين الهوائية



3- طاقة المساقط المائية(Energy waterfalls): وهي استخدام الماء الجاري ومساقط المياه لإنتاج الطاقة، وتعتبر من أنظف الطاقات المتجددة والأكثر كفاءة لإنتاج الكهرباء وقد لعبت دورا مهما ورئيسيا في تنمية المجتمعات البشرية في كافة أنحاء العالم، وحاليا فإن حوالي 19% من إنتاج الكهرباء في العالم يأتي من استثمار طاقة المياه.

في الثلاثينات من القرن الثامن عشر في ذروة بناء القناة المائية استخدمت المياه للنقل الشاقولي صعودا ونزولا عبر التلال باستخدام السكك الحديدية.

كان نقل الطاقة الميكانيكية مباشرة يتطلب وجود الصناعات التي تستخدم الطاقة المائية قرب شلال وخاصة خلال النصف الأخير من القرن التاسع عشر، واليوم يعتبر احد أهم استخدامات الطاقة المائية هو توليد الطاقة الكهربائية، مما يوفر الطاقة المنخفضة التكلفة حتى لو استخدمت في الأماكن البعيدة من المجرى المائي.

●●●

4. طاقة المد والجزر(**Waves tidal energy**):-

المد والجزر من مصادر الطاقة الميكانيكية في الطبيعة وهذه الظاهرة تنشأ من تجاذب الأرض والقمر، ويكون تأثير قوى التجاذب كبير في المنطقة التي يتعامد عليها القمر على سطح الأرض، ولا يتأثر سطح اليابس بهذه القوة بينما يتأثر سطح الماء.

منذ أربعين عاما مضت كان هناك اهتمام ثابت في تسخير قدرة المد والجزر وتم تركيز الاهتمام على مصبات الأنهار حيث تعبر حجوم كبيرة من الماء خلال قنوات ضيقة مما يزيد من سرعة جريانه ولكن سببت مشاكل بيئية كبيرة واجهت العلماء لتنفيذ هذه التقنية، لذلك لجأ العلماء إلى النظر في إمكانية استخدام التيارات الساحلية، وفي التسعينيات تم انتشار الأسيجة المدّية في القنوات بين الجزر الصغيرة وكان ذلك خيارا فعالا أكثر من وجودها على مصبات الأنهار وما تزال التقنيات الصناعية لتجهيزات الطاقة المدية والجزرية في بدايتها وسيكون هناك وقت طويل قبل أن تقدم هذه الطاقة الجديدة مساهمتها في توليد الطاقة أو دخولها في الاستغلال التجاري، ولا بد من التنويه هنا بأن توليد الطاقة باستخدام تدفق الماء ليس فكرة جديدة فقد استثمر العرب ظاهرة المد والجزر قبل أوروبا بثلاثة قرون أو أكثر، كما ورد في الكتب التاريخية القديمة إذ وجد النص الاتي: (استغل اهل البصرة تيار المد والجزر في إدارة السواقي والطواحين قبل أوروبا بقرون، وقد ورد ذكر النص في كتاب البلدان لابن خرداذبه (846 م) وفي مؤلفات المقدسي (989 م)، وبعد ذلك سجل الفرنسي GIRARD أول براءة اختراع على الإطلاق باستخدامه أداة طاقة

الموجة في شهر تموز 1799، وتعتبر المناطق المحيطة بجزر الكاريبي من أكثر المناطق التي تحتـوي على طاقة مدية كامنة هائلة.

5. الطاقة الموجية: (biomas energy): وهـي نقـل الطاقـة مـن امـواج المحـيط الـسطحية وتسخيرها في اشغال ميكانيكية مفيدة مثل توليد الكهرباء وتحلية المياه او ضخ المياه الى المخازن المائية.

تعود أول براءة اختراع لتوليد الطاقة من الأمواج الى العام 1799 في بـاريس للمختـرع جـيرراد، وان احد التطبيقات القديمة للاستخلاص طاقة الأمواج هو جهاز بناه احد الفرنـسيين عـام 1910 وذلـك مـن اجل انارة منزله والذي يعد اول نموذج من نماذج محطات التوليد ذات العمود ذو منسوب الماء المتغـير منذ عام 1855الى عام 1973 كان هنالك 340 بـراءة اخـتراع في المملكـة المتحـدة لوحـدها فـيما يتعلـق بطاقة الأمواج.

6. طاقة حرارة باطن الأرض **Geothermal energy**

وهي الحرارة الهائلة الكامنة تحـت قـشرة الأرض والتـي تقـدر بــ (200 – 1000) درجـة مئوية وتعتبر مصدرا مهـما مـن مـصادر الطاقـة الجديـدة والمتجـددة، وتـبرز نفـسها مـن خـلال الإنفجارات البركانية والينابيع الحارة وبعض الظواهر الجيولوجية، وتقـوم عـلى مبـد أ حفـر آبـار عميقة لإطلاق الحرارة العالية التي يمكن استثمارهاا لتدوير توربينات تعمل على البخار، وحاليـا فإن مساهمة هذا النوع من الطاقة في توليد الكهرباء لا يتعدى 0.3%، يعـود تـاريخ اسـتخدام الطاقة الحرارية الارضية الى 10 الآف سنة عندما استخدم الهنود الحمر الينابيع الـساخنة لطهـي طعـامهم كـما قـام عـرف قـدماء الرومـان فائـدة الينـابيع الحـارة الغنيـة بالكبريـت حيـث قـام

اثرياء العصر القديم ببناء حمامات حرارية بالقرب منها لاغراض الاستحمام، ومنذ عام 1904 تـم انشاء اول محطة للطاقة الحراريـة تعتمـد عـلى حـرارة بـاطن الارض في العـالم في ايطاليـا حيـث تمكنت المحطة مـن توليـد 220كيلـو/ واط، ووصـلت في الوقـت الحـالي إلى400 ميكـاوات ينظـر الصورة(7).

الصورة(7) توضح محطة حرارية لاستثمار طاقة حرارة باطن الارض



طاقة الكتلة الحيوية (**biomas energy**):

وهي كل أنواع المواد المـشتقة مـن النبـات التـي يمكـن اسـتخدامها لإنتـاج الطاقـة مثـل الخشب والنباتات العشبية والمحاصيل الزراعية ومخلفـات الغابـات ومـصادر هـذه الطاقـة يـتم إنتاجه خـلال عمليـة التمثيـل الـضوئي (photo synthesis) وهــي قيـام خلايـا النباتـات بانتـاج كربوهيدرات باستخدام الماء وثاني أكسيد الكربون وضوء الـشمس، وهـذه الكربوهيـدرات هــي مصادر الطاقة، وكانت المانيا السباقة في استخدام هذا النوع مـن الطاقـة خـلال الحـرب العالميـة الاولى حينما قامت بتحويـل المخلفـات الناتجـة عـن معـسكراتها الى طاقـة كهربائيـة تجـير تلـك المعسكرات، ينظر الصورة(8).

●●●

الصورة(8) توضح استثمار المخلفات النباتية في الحصول على الطاقة الحيوية.



8. الطاقة النووية **Nuclear Energy**:

الطاقة النووية هي الطاقة التي يتم توليدها عن طريق التحكم في تفاعلات انشطار أو اندماج الأنوية الذرية، تستثمر هذه الطاقة في محطات توليد الكهرباء النووية، لتسخين الماء لإنتاج بخار الماء الذي يستخدم بعد ذلك لإنتاج الكهرباء.

ينظر العلماء إلى ان الطاقة النووية كمصدر حقيقي لا ينضب للطاقة ومما يثير المعارضة حول مستقبل الطاقة النووية هو التكاليف العالية لبناء المفاعلات، والمخاوف العامة المتعلقة بالسلامة، وصعوبة التخلص الآمن من المخلفات عالية الإشعاع. بالنسبة إلى التكلفة فهي عالية نسبيا من حيث بناء المفاعل ولكن تلك التكاليف تعوض بمرور الوقت حيث أن الوقود النووي رخيص نسبيا، وأما بالنسبة إلى المخاوف المذكورة فهي تُستغل من الأحزاب السياسية في الانتخابات بين مؤيدين ومعارضين بغرض الحصول على مقاعد كثيرة في البرلمانات، وقد تقدمت الصناعات النووية كثيرًا بحيث أن لديها الاستعدادات لحل مسائل سلامة تشغيل المفاعلات

والتخلص السليم من النفايات المشعة بعد الهجوم بالمتفجرات النووية على مدينتي هيروشيما ونكازاكي وانتهاء الحرب العالمية الثانية بات واضحا على المستوى الدولي القدرة الهائلة للطاقة النووية، واتجه التفكير بعد ذلك سواء في المعسكر الغربي أو الشرقي بإنشاء المفاعلات العملاقة وتطويرها لتطويع هذه الطاقة بما يسمح باستخدامها في المجالات الصناعية المدنية لتحسين نمط حياة الإنسان وتدعيم السلام الدولي إلا أن ما حدث هو أنه بالإضافة إلى العمل على التطبيقات السلمية للطاقة النووية استمر السعي لاستخدامها مرة أخرى في الأغراض العسكرية من خلال استنباط مفاعلات خاصة بدفع السفن والغواصات الحربية، وقد أعلن عن تشغيل أول غواصة نووية أمريكية عام 1954 واستمرت الدراسات في الخمسينات والستينات.

يعتبر مفاعل اوبننسك في روسيا والذي تم بناؤه بين عامي 1951 - 1954 أول مفاعل في العالم يعمل على المستوى الصناعي، وتعتبر محطة اوبننسك الكهربائية هي أول محطة كهرباء نووية تنشأ على المستوى العالمي، وقد استمرت الجهود في مجال تصميم المفاعلات وتطويرها واستخدامها في توليد الطاقة الكهربائية طوال العقود الماضية، في 2009، شكلت نسبة الكهرباء المنتجة من الطاقة النووية بحوالي 13-14% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم كما تعمل الآن أكثر من 150 غوّاصة بالطاقة النووية و450 مفاعل قوى نووية يعمل على مستوى العالم، وتعتبر فرنسا أكثر الدول اعتمادا على الطاقة النووية في توليد الكهرباء إذ زادت النسبة عن 75% من إنتاجها للطاقة الكهربائية، ينظر الصورة(9).

الصورة(9) توضح مصادر استثمار الطاقة النووية



9. طاقة الهيدروجين: (**Hydrogen energy**)

الهيدروجين عبارة عن غاز عديم اللـون والرائحـة، سريـع الاشـتعال، غـير سـام، ثنـائي الـذرّة أحادي التكافؤ له الصيغة الجزيئيّة H_2 أكثر نظائر الهيدروجين وفرةً هو البروتيوم، الذي له الرمز H ويتألّف من بروتون واحد فقط دون وجود نيوترونات في النواة.

يعدّ الهيدروجين أخفّ العناصر الكيميائيّة وأكثرها وفرةً في الكون، حيـث يـشكّل 75% مـن حجم الكون إنّ أغلب الهيدروجين الموجود على الأرض يكون على شـكل جزيئـي وذلـك بدخولـه على شكل رابطة تساهمية في بنية الماء وأغلب المركبات العضويّة.

●●●

يعود الفضل في اكتشاف الهيدروجين إلى العالم هنري كافيندش وذلك عام 1766 حيث عرف الهيدروجين لأوّل مرّة كمادّة متميّزة عن غيرها من الغازات القابلة للاشتعال سمّى كافيندش الغاز المنطلق الناتج عن تفاعل الفلزّات مع الأحماض الممدّدة بالهواء القابل للاشتعال وافترض أنّ هذه المادّة مماثلة للمادّة الافتراضيّة فلوجستون وفي عام 1781 اكتشف أنّ هذا الغاز يعطي باحتراقه الماء، لذلك ينسب اكتشاف هذا العنصر له.

في عام 1783، قام العالم أنطوان لافوازييه بمنح العنصر المكتشف اسم الهيدروجين، وذلك باشتقاق التسمية من الإغريقيّة، حيث أن لفظة هيدرو ὕδρω تعني ماء ولفظة جين γενῆς تعني مكوّن أو مولّد أو مشكّل وذلك عندما قام هو وبيير لابلاس بإعادة تجربة كافنديش بتشكيل الماء عند حرق الهيدروجين أنطوان لافوازييه، مقترح تسمية الهيدروجين.

سُيّل الهيدروجين لأوّل مرّة عام 1898 من قبل جيمس ديوار باستعمال التبريد لتسييل الغاز وبحفظه في إناء ديوار في العام التالي قام ديوار بتحضير الهيدروجين الصلب. اكتشف نظير الهيدروجين المسمّى ديوتيريوم من قبل هارولد يوري عام 1931، في حين أنّ النظير الآخر تريتيوم اكتشف عام 1934 من قبل إرنست رذرفورد ومارك أوليفانت وباول هارتيك.

كان نفخ المناطيد من أوّل استخدامات الهيدروجين، وكان جاك شارل أوّل من قام بهذا العمل وذلك عام 1783 بناء على هذه الفكرة قام الكونت الألماني فرديناند فون زبلين بتسويق فكرة المناطيد المزوّدة بالهيدروجين، حيث أسّس لاحقاً شركة

متخصّصة بهذا الشأن أسماها على اسمه مناطيد زبلين، والتي كانت الرحلة الأولى لها عـام 1900 إلّا أنّ هذه المناطيد لم تكن آمنة وتراجع استخدامها بعد حادث تحطم هيندنبورغ.

10: طاقة البرق:-: (**Levin Energy**)

هو الضوء الناتج عن تفريغ الشحنات الكهربائية في الغلاف الغازي والذي يكـون غالبـاً مصاحباً للعواصف الرعدية.

تشير الدراسات الى ان هنالك في كل ثانية مئة ومضة برق في العـالم وان كـل ومـضة بـرق تولد توتراً كهربائياً يتراوح بين (100 مليون فولت الى 1000 مليون فولت) وكل ومضة برق تنـتج تياراً كهربائياً يتراوح من (10 الاف امبير الى 200 الف امبير).

ان دراسة ظاهرة البرق والكهرباء الناتجة عنها ليست بالجديدة فقـد بـدء العلـماء بدراسـة هذه الظاهرة منذ النصف الثاني من القرن الثامن عشر عندما قام بنيامين فرانكلين بـأول تجربـة علمية اثبت الطبيعة الكهربائية للبرق وان الـبرق مـا هـو الا شرارة كهربائيـة ناتجـة عـن التقـاء شحنتين كهربائيتين متعاكستين، ينظر الصورة(10).

الصورة(10) توضح استثمار طاقة البرق لتوليد الطاقة الكهربائية.



عاشرا: أنواع الطاقة:

الطاقة الكيميائية:-

هي الطاقة التي تربط بين ذرات الجزيء الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية، وتتم عملية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية عن طريق إحداث تفاعل كامل بين المركب الكيميائي وبين الأكسجين لتتم عملية الحرق وينتج عن ذلك الحرارة، وهذا النوع من الطاقة متوفر في الطبيعة، ومن أهم أنواعه النفط والفحم والغاز الطبيعي والخشب.

الطاقة الميكانيكية:- وهي الطاقة الناتجة عن حركة الأجسام من مكان لآخر حيث أنها قادرة نتيجة لهذه الحركة على بذل شغل والذي يؤدي إلى تحويل طاقة الوضع (potential energy) إلى طاقة حركة (kinetik energy)، والأمثلة الطبيعية لهذا النوع من الطاقة هي حركة الرياح وظاهرة المد والجزر،

ويمكـن أن تنـشأ الطاقـة الميكانيكيـة بتحويـل نـوع آخـر مـن الطاقـة إلى آخـر، مثـل المروحـة الكهربائية، تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

الطاقة الحرارية:- تعتبر من الـصور الأساسـية للطاقـة التـي يمكـن أن تتحـول كـل صـور الطاقة إليها، فعند تشغيل الآلات المختلفة باستخدام الوقود، تكون الخطوة الأولى هي حرق الوقود والحصول على طاقة حرارية تتحول بعـد ذلـك إلى طاقـة ميكانيكيـة أو إلى نـوع مـن أنواع الطاقة، ولا تتوفر الطاقـة الحراريـة بـصورة مبـاشرة في الطبيعـة إلا في مـصادر الحـرارة الجوفية.

الطاقة الشمسية:- وهي مصدر للطاقة لا ينضب، ولكنها تصل إلينا بشكل مبعثر وتحتاج إلى تقنية حديثة (خلايا شمسية) لتجميعهـا والاسـتفادة منهـا، وهـي مـصدر نظيـف فـلا ينـتج عـن استعماله أي غازات أو نواتج ضارة للبيئة كما هو الحال في انواع الوقود الأخرى.

الطاقةالنووية:- وهي الطاقة التي تربط بين مكونات النواة(البروتونات أو النيترونات) وهـي تنتج نتيجة تكسر تلك الرابطة وتؤدي إلى إنتاج طاقة حرارية كبيرة جدا.

الطاقة الكهربائية:- حيث لا يوجد مصدر طبيعي للكهرباء، والسبب في ذلك أن جميع المواد تكون متعادلة كهربائيا، والطاقة الكهربائية لا تنشأ إلا بتحويل نوع من أنـواع الطاقـة إلى طاقـة كهربائية مثل تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في المولد الكهربـائي، أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في البطاريات.

●●●

الطاقة الضوئية:- هي عبارة عن موجات كهرو مغناطيسية تحتوي كل منها على حزم من الفوتونات، وتختلف الموجات الكهرومغناطيسية في خواصها الفيزيائية باختلاف الأطوال الموجية، ومن الأمثلة عليها الأشعة السينية والتي هي عبارة عن أشعة غير مرئية ذات طول موجي قصير جدا وتستخدم في المجال الطبي، وكذلك أشعة جاما وهي أشعة لا تتأثر بالمجالات الكهربائية أو المغناطيسية ولها القدرة على النفاذ وتعتبر من الأشعة الخطرة.

●●●

●●●

الفصل الثاني

الطاقة الشمسية

●●●

●●●

تمهيد:-

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم موارد استعمال الطاقة في العالم، وقد تأخر استثمارها الفعلي رغم ان أهم مميزاتها أنها مصدر لا ينضب، وعلى سبيل المثال فان المملكة العربية وحدها التي لا تزيد مساحتها على مليون ميل مربع تتلقى يوميا أكثر من مائة كيلو وات/ ساعة من الطاقة الشمسية أي ما يعادل قوة كهربائية مقدارها أربعة بلايين ميجا وات، أو الطاقة الحرارية التي تتولد من إنتاج عشرة مليارات من البراميل النفطية في اليوم.

تعد الاشعة الصادرة من الشمس وما تحمله معها من حرارة وضوء مصدرا للطاقة الشمسية اذا ما علمنا حجم الطاقة الشمسية الواصلة الى الارض 174 بيتا واط وينعكس منها 30% الى الفضاء، حيث استغلها الانسان في مصالحه وسخرها بالاعتماد على وسائل وتقنيات تكنلوجية ويمكن الاستفادة من الشمس في مجالات متعددة.

اولا: الطاقة الشمسية ما بين نجاح ومشكلات:-

يعتمد نجاح استخدام الشمس في انتاج الطاقة المتجددة على عدة عوامل اهمها:-

قوة الاشعاع الشمسي.

جودة وكفاءة المنتج المستخدم.

التقنية المستخدمة في تصنيع المنتج.

ملائمة المنتج مع الغرض التطبيق.

اما اهم المشكلات التي تواجه الطاقة الشمسية:-

وجود الاتربة والغبار في الجو الذي يتراكم على الاجهزة المستقبلة لأشعة الشمس الامر الذي يقلل من فاعلية استخدامها بنسبة 50%.

عملية الحصول على الشمس وتخزينها وتكاليفها.

مـشكلة التأكـل والـصدأ في المجمعـات الشمـسية مـن جـراء الامـلاح الموجـودة في الميـاه المستخدمة في دورات التسخين.

ثانيا: اساليب تخزين الطاقة الشمسية:-

نظرا لاقتران وجود الشمس مع النهار فانه يتم الافتقـار لهـا لـيلا لـذا اصـبح النظـر نحـو ابتكار طرق لتخزين الطاقة الشمسية حتى يتم تزويد انظمة الطاقة على مـدار 24 سـاعة، ففـي عام 1948 استخدم فندق دوفر هاوس جهاز تخزين الحرارة لأول مرة بالاعتماد على ملح جلوبر* يعمل الجهاز على تخزين الطاقة الشمسية بدرجات حرارة عالية جدا.

نظام السولارتو: وهو عبارة عن نظام يـستخدم لتخـزين الطاقـة الحراريـة مـن اجـل توليـد الطاقة الكهربائية خلال الاجواء الغائمة او الليل.

نظام الكتـل الحراريـة: ويـستخدم في تحويـل الطاقـة الشمـسية الى طاقـة حراريـة تفيـد في الاغراض المنزلية ومن الوسائل التي تستخدم في هذا النظام لتخزين الحرارة هي التراب والاحجار وملح جلوبر وشمع البرافين ذو الشكل الصلب.

* جلوبر – عالم ألماني استخدم عام 1715 م الملح المذاب المسمى (جلوبر) لتخزين الحرارة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية

●●●

ثالثا: تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية وكهربائية:-

يمكن تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية وحرارية من خلال اليتي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية ويقصد بالتحويل الكهروضوئية تحويل الاشعاع الشمسي او الضوئي مباشرة الى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية وهناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل تدعى اشتباه الموصلات كالسيليسيون والجرمانيوم.

لقد تم اكتشاف هذه الظاهرة من قبل علماء الفيزياء في اواخر القرن التاسع عشر الميلادي حيث وجد ان الضوء يستطيع تحرير الالكترونات من بعض المعادن كما عرف ان اللون الازرق له قدرة اكبر من اللون الاصفر على تحرير الالكترونات بسبب طاقة الضوء الازرق اكبر من اللون الاصفر كذلك ان الطول الموجي اقصر عند اللون الازرق وبالتالي التردد اعلى عند الازرق، لقد تم تفسير هذه الظاهر من قبل العالم اينشتاين عام 1921، وقد تم تصنيع خلايا كثيرة تستطيع انتاج الطاقة الكهربائية بصورة علمية لا تستهلك وقودا ولا تلوث الجو وحياتها طويلة لا تتطلب الا القليل من الصيانة وتحقق افضل استخدام كما يمكن الاستفادة منها في شتى المجالات، ينظر الصورة(11).

الصورة(11) توضح الخلايا الشمسية المستخدمة في استثمار الطاقة الشمسية.



https://ar.wikipedia.org/wiki

اما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الاطباق الشمسية والمواد الحرارية فاذا تعرض جسم غامق اللون ومعزول للإشعاع فانه يمتص الاشعاع وترتفع حرارته ويستفاد منها في التدفئة و التبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها، وتعد تطبيقات السخانات الشمسية اكثر انتشارا في مجال تحويل الحراري للطاقة الشمسية وفي الطهي ايضا.

رابعا: محطات توليد الطاقة الكهربائية:-

يمكن استخدام الطاقة الشمسية في الحصول على بخار الماء الذي يستخدم في تشغيل التوربينات لتوليد الكهرباء وترتكز أشعة الشمس على الغلاية بطرق مختلفة، ويمكن استخدام المرايا الاسطوانية لتركيز الأشعة، ويمكن تصميم محطة كهربائية

تغذي حيا من إلف مسكن، ويتكون المجمع في هذه الحالة من حقل كبير من المرايا موضوعة في اعلي برج يسمى (برج القدرة) وتغذي المحطة المساكن بحوالي 70% من الاحتياجات اليومية ويستمر عمل المحطة لمدة أربع ساعات بعد توقف المجمعات عن العمل بعد غروب الشمس، ويقدر احتياج المنزل العادي بحوالي 1200 كيلو واط/ ساعة شهريا وبذلك يكون متوسط متطلبات الحي 2،1ميجاوات ساعة وفي حالات الذروة يرتفع الرقم ليصل إلى 3،3ميجاوات/ ساعة.

خامسا: تطبيقات واستخدام الطاقة الشمسية:-

تقطير مياه البحر: حيث يتم تجميع مياه البحر المالحة داخل برك خاصة وتوضع فوقها مرايا بشكل مائل وبفعل الحرارة الشمس تعمل على ارتفاع درجة حرارة البركة وبالتالي تبخير المياه فيتجمع البخار على السطح الداخلي للمرايا ويسيل الى احواض خاصة لتجميع المياه النقية الصالحة للشرب وبهذه العملية حصل الانسان على المياه النقية من جهة والحصول على المعادن من جهة اخرى.

معالجة المياه: تم عمل هذه التقنية في اندونيسيا من خلال التقطير الشمسي لتقليل ملوحة الماء حيث تتم تعبئة المياه المالحة بزجاجات مصنوعة من البلاستيك ثم تعرض للشمس لمدة تتراوح بين 6-24 ساعة حسب الظروف الجوية تنتج مياه عذبة صالحة لعدة استعمالات.

تسخين المياه: حيث يتم استثمار الطاقة الشمسية في تسخين المياه من خلال نظم تسخين تعمل بواسطة حرارة وضوء الشمس، ففي الاماكن المنخفضة التي تكون الحرارة 40 يمكن توفير المياه بدرجة حرارة 60 مثل السخانات الشمسية التي

تعمل على الشمس وكان اجمالي سعة نظم تسخين الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية حوالي 154 جيجا وات، ينظر الشكل(1).



الشكل(1) يوضح السخانات الشمسية.



https://ar.wikipedia.org/wiki

التبريد والتدفئة: يتم تخزين الحرارة في فصل الصيف لاستخدامها في الشتاء لغاية التدفئة، ففي الولايات المتحدة الامريكية تحتل نسبة 30% من الطاقة المستخدمة في اماكن العمل وحوالي 50% في المباني السكنية

استخدام الطاقة الشمسية في الطهي: وتصنع افران خاصة من مرايا عاكسة تعمل على تركيز اشعة الشمس في نقطة محددة ويوضع الطعام في النقطة وبسبب الطاقة الموجودة في اشعة الشمس ترفع حرارة اناء الطعام وتعمل على طهيه بشكل كامل، ينظر الصورة(12)



الصورة(12) توضح استثمار الطاقة الشمسية في عملية الطهي.



https://ar.wikipedia.org/wiki

تدفئة المسابح: تكون اللاقطات الشمسية لتسخين المسابح العمومية او الخاصة عبارة عن بساط من الانابيب البلاستيكية التي يجري خلالها ماء المسبح، وفي الولايات المتحدة كانت المسابح عام 2007 تمثل نصف تجهيزات التدفئة الشمسية المركبة في البلاد، اما في اوربا فان المانيا والنمسا هما الاولى في المضمار اما فرنسا فان المئات من المسابح تعتمد على الطاقة الشمسية ونخص بالذكر مسبح "كاستر " الذي تم تدفئة بالطاقة الشمسية عام 2000.

المضخات الشمسية: في بداية القرن العشرين انشأت الولايات المتحدة في بوسطن شركة المضخات الشمسية لانتاج الة شمسية اقتصادية لمواجهة متطلبات الطاقة لمشاريع الري في الصحراء، ينظر الصورة(13).

●●●

الصورة(13) توضح استثمار الطاقة الشمسة في تشغيل المضخات المائية.



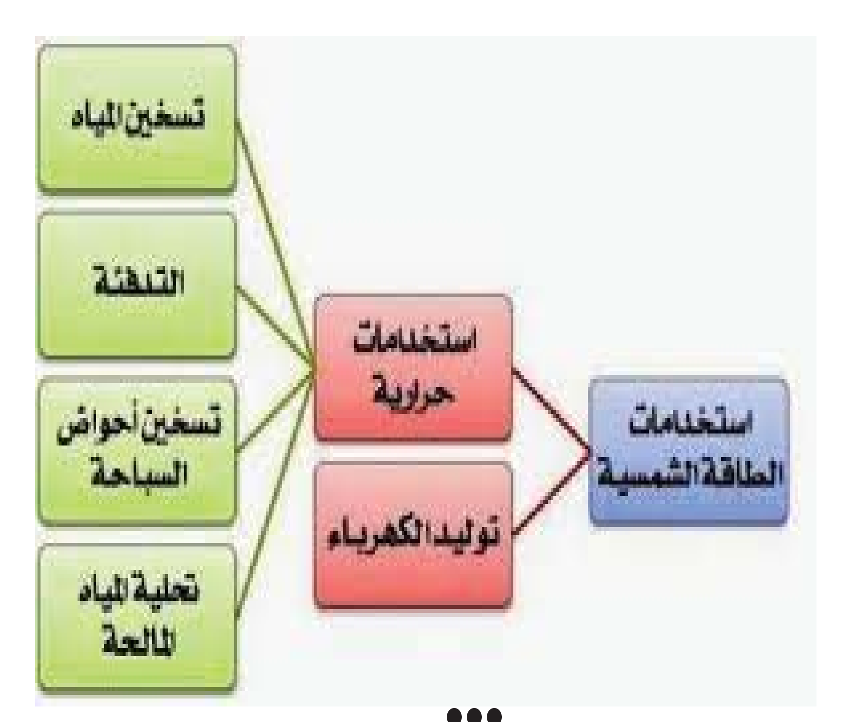
https://ar.wikipedia.org/wiki

انتاج الطاقـة الكهربائيـة: في هـذا التطبيـق تـستخدم خلايـا تعمـل عـلى تحويـل الطاقـة الشمسية الى طاقة كهربائية بفعل حركة الالكترونات الداخلية ومن اشهر اسـتخداماتها الآلات الحاسبة الشمسية والخلايا الشمسية التي تعمـل عـلى تـشغيل بيـوت ومـصانع كاملـة وانـارة الشوارع فضلا عن محطات تخزين الطاقة الشمسية وهي عبارة عـن حقـول كبـيرة مـن هـذه الخلايا تحفظ الطاقة الكهربائية في مخازن خاصة تعـرف بالبطاريـات. وبعـد الحـرب العالميـة الثانيـة اعلنـت شركـة Boll اكتـشاف البطاريـات الشمـسية ، وفي عـام 1959 حـصل القمـر الصناعي Vanguard عدد من البطاريات لتزويد محطة اللاسلكي بالطاقة اللازمة، كما حققـت وكالة ناسا خلال الستينيات تطورات هائلة في هذا المجـال لتـوفير الطاقـة لمركبـات الفـضاء، اذ تمكنت وكالة ناسا مـن صـنع بطاريـة شمـسية سـعتها 125 وات بفـرق جهـد 4 فولـت، ومـن

أنواع البطاريات الشمسية بطارية السيليكون وبطارية كبريتيد الكاديون وبطارية خارصينيد الجاليوم.

اما توليد الطاقة الشمسية من الفضاء فقد استطاع العالم "بيتر غلاسر" أول من اخرع فكرة توليد الطاقة الشمسية من الفضاء عام 1968 ، تكمن العملية بإقامة أقمار صناعية لجمع الطاقة الشمسية من المدارات على بعد 22 الف ميل في الفضاء وتبعث تلك الأقمار الصناعية ميغا واط من الطاقة الشمسية بترددات كهرومغناطيسية الى أجهزة استقبال حيث يتم تحويلها الى كهرباء وتنقل عبر قضبان الطاقة، من مميزاتها تعمل على مدار 24 ساعة لعدم انعكاس ظل الارض عليها وبالتالي لا تحتاج الى بطاريات وبالتالي طاقة متجددة لا تنضب من الكهرباء، ويوضح الشكل(2) الاستخدامات المختلفة لاستثمار الطاقة الشمسية.

الشكل(2) يوضح الاستخدامات المختلفة للطاقة الشمسية



سادسا: التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الشمسية في العالم:-

الولايات المتحدة الامريكية: توجد في مدينة يوما في ولاية أريزونا اكبر محطات توليد الطاقة الشمسية (محطة اغو كالنتيه) وهي تعمل بتقنية الخلايا الكهروضوئية وتتألف من 5200000 لوح شمسي ووصلت طاقتها الى 626 ميغاواط نهاية عام 2014، فضلا عن انتاجها في ولاية كاليفورنيا، اذ يبلغ انتاجها اكثر من 330 ميغا واط.

الهند: تقع في مدينة شارنكا محطة للطاقة الشمسية، وتعمل ايضا بتقنية الخلايا الكهروضوئية تصل طاقتها 500 ميغاواط.

الصين: كانت اكبر محطة طاقة في العالم لحد عام 2011 وتبلغ طاقتها 200 ميغاواط.

اسبانيا: تم تشغيل ثلاث محطات وتتألف المحطة الواحدة من خمس وحدات منفصلة بأستطاعة 50 ميغا واط لكل وحدة، فضلا عن المحطة التي تم تشغيلها في الاندلس وتعد اول محطة في اوربا تستخدم المركزات الشمسية وتمتلك المحطة خزان ملح مذاب وقد بلغ انتاجها 540 ميغا واط.

المانيا: تم تشغيل محطة شمسية في مطار المانيا العسكري وتتألف من 6000000 لوح شمسي وتم اكمالها في 2013 لتتصدر اكبر محطات للخلايا الشمسية في اوربا.

اما في الوطن العربي فيعد من اغنى العالم بالطاقة الشمسية، اذ يصل الى الارض العربية من طاقة شمسية 5 كيلو وات – ساعة /م2 / يوم، ولو افترضنا ان الخلايا الشمسية معامل تحويل 5% ووضع الخلايا على مساحة 16000 كيلو متر مربع في

صحراء العراق الغربية اصبح بإمكاننا توليد طاقة كهربائية تساوي 410 في 400 ميغا واط ساعة/ اليوم اي ما يزيد عن خمسة إضعاف ما نحتاجه اليوم.

لكن ما مستثمر من الطاقة الشمسية في الوطن العربي متواضع مقارنة بما متوفر لديها من طاقة شمسية ويكاد ينحصر على دول قليلة منها:-

المملكة العربية السعودية: في عام 2008 تم اسناد مشروع الانتاج الكهربائي بالطاقة الشمسية وهو الاول من نوعه في الشرق الاوسط لإنتاج 2 ميغا واط من الطاقة الكهربائية عن الخلايا الضوئية وفي عام 2010 تم تدشين المعمل ليقوم انتاج 3300 ميغاواط ساعة من الطاقة سنويا مما يوفر 1666 طن من الانبعاثات الكربونية وهو يعادل الانبعاثات الناتجة عن 11700 مليون كيلومتر من الطيران.

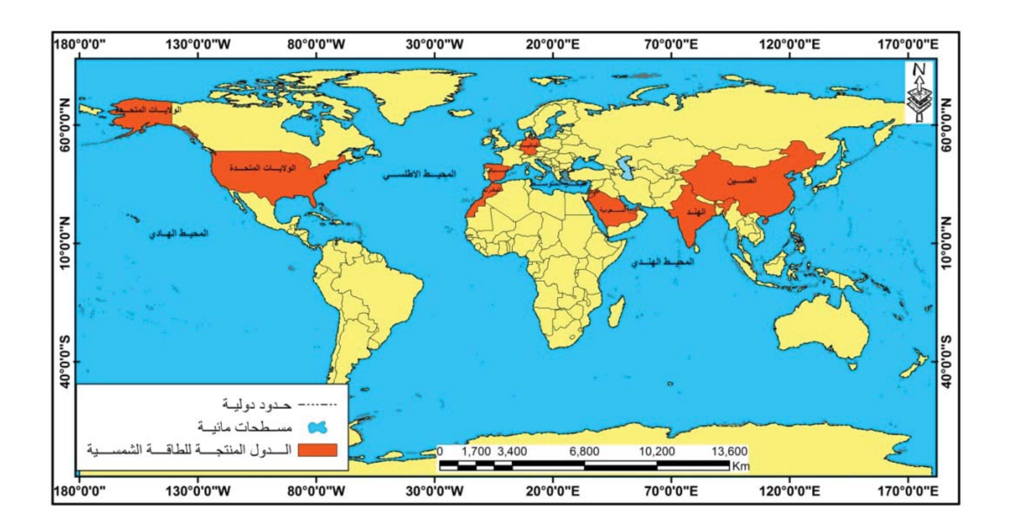
الامارات العربية المتحدة: تم افتتاح (محطة شمس 1) في عام 2013 في ابو ظبي وتتألف من 258048 مرآة وبقدرة انتاجية 100 ميغا واط، ويتوقع ان تحد المحطة من اطلاق 175 الف طن من غاز ثاني اكسيد الكاربون سنويا اي ما يعادل زراعة مليون ونصف شجرة او سحب 15 الف سيارة من الطرقات.

الاردن: تعد الاولى في الشرق الاوسط في تشغيل الطاقة الشمسية وتسخين وانتاج وتطوير السخانات الشمسية والتي تزيد استخدامها عن40% من البيوت السكنية ويركب فيها سنويا 15000 جهاز فضلا عن استخدامها في المستشفيات والمدارس والفنادق وغيرها.

المغرب: تم انشاء مشروع نور- ورزازات الهادف الى انتاج 580 ميغا واط من الكهرباء وامداد مليون منزل مغربي من الطاقة ، وتتوقع الحكومة ان تساهم المراحل

الخمسة عند الانتهاء عام 2020 في خفض انبعاثات ثاني اكسيد الكربون بنحو تسعة ملايـين طـن سنويا، ينظر الخريطة(1).

الخريطة (1) التوزيع الجغرافي للطاقة الشمسية في العالم



الفصل الثالث

طاقة الرياح

●●●

تمهيد:-

تعتبر طاقة الرياح إحدى الطاقات المتجددة الناتجة عن التحويل غير المباشر للطاقة الشمسية، فالرياح تنتج عن الفرق في درجات الحرارة للهواء الملامس لسطح الأرض، ومن وجهة أخرى فإن طاقة الرياح تأتي من الدرجة الثانية من الأهمية في الدراسات والتطبيقات العالمية بعد الطاقة الشمسية كمصادر بديلة للطاقة Alternative sources حيث يجري العمل في العديد من دول العالم لتطوير استخدام طاقة الرياح في مجال توليد القدرة الكهربائية(.Electrical power).

كما تعد الرياح مصدرا مثاليا للطاقة فان استخدام طاقة الرياح لا ينضب ولا تخلف أي غازات ضارة أو نفايات خطيرة تلوث البيئة وتهدم التوازن الأيكولوجي لكوكب الأرض وقد سخرها الإنسان لخدمته منذ القِدم.

إن حركة الرياح الديناميكية المستمرة تمكننا من تحويلها إلى طاقة توربينية دورانية منتظمة وباستخدام مولدات كهربائية Electric Generator خاصة، يمكن تحويل هذه الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية، لذا تعرف طاقة الرياح على انها عملية تحويل حركة الرياح إلى شكل آخر من أشكال الطاقة سهلة الاستخدام.

اولا: نبذة تاريخية عن استخدام طاقه الرياح:-

استخدم الناس طاقة الرياح للمرة الأولى في عام 3000 قبل الميلاد تقريباً على شكل مراكب شراعية في مصر إذ قامت الأشرعة بأسر طاقة الريح لسحب المركب عبر الماء، واستخدمت الطواحين الأولى لطحن الحبوب امّا في عام 2000 قبل الميلاد في بابل القديمة وفي عام 200 قبل الميلاد في بلاد فارس القديمة، احتوت هذه الأدوات الأولى عارضة خشبية عمودية واحدة أو أكثر والأسفل المسن ربط

بعمود تدوير يدار بالريح وإن المفهوم من استخدام طاقة الرياح لطحن الحبوب انتشرت بسرعة في الشرق الأوسط وكانت في استخدام واسع قبل فترة طويلة من استخدام الطاحونة الأولى التي ظهرت في أوروبا.

ومع نهايات القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين كان هناك الملايين من توربينات الرياح منتشرة في معظم أنحاء العالم سواء لضخ المياه الجوفية أم لطحن الحبوب أم لتوليد الكهرباء في المناطق الريفية لكن في الأربعينات أصبحت توربينات الرياح من الأساليب القديمة وذلك نتيجة للانتشار الواسع للوقود الحفري(البترول) وإتاحته بتكلفة أقل من تكلفة تشغيل تلك التوربينات.

ان التطوير الحديث لتقنية وتطبيقات طاقة الرياح كانت جارية في ثلاثينات القرن الماضي عندما قامت 000،600 طاحونة بسد حاجة المناطق الريفية البعيدة بالكهرباء والماء وعندما بدأ انتشار توزيع الكهرباء بدرجة واسعة في البلدات والمزارع بدأ ينحسر استعمال طاقة الرياح في الولايات المتّحدة ولكنّه ارتفع ثانية بعد نقص النفط الأمريكي في أوائل السبعينات وخلال السنوات الـ30 الماضية تقلب البحث والتطوير مع اهتمامات الحكومة الاتحادية وحوافز الضريبة وفي وسط الثمانينات كان تقدير طاقة توربينات الرياح يصل كحد أقصى إلى 150 كيلو واط وفي عام 2006 قدّر مقياس التوربينات التجارية عموماً بأكثر من 1 ميغا واط ومتوفرة أيضاً بقدرة تصل إلى 4 ميغا واط.

●●●

ثانيا: استخدامات طواحين الرياح:

1. مضخات الرياح: هو نوع من الطواحين الهوائية تستخدم من أجل ضخ المياه من الآبار أو تجفيف الأراضي، وتستخدم مضخات الرياح على نطاق واسع في جنوب أفريقيا وأستراليا وفي المزارع والسهول الوسطى من الولايات المتحدة وفي جنوب أفريقيا وناميبيا لا تزال آلاف مضخات الرياح تعمل حتى الآن وتستخدم معظمها لتوفير المياه للاستخدام البشري فضلا عن مخزون كبير من المياه لشرب الأغنام.

كما ان كينيا أيضا من البلاد التي استفادت من مضخات الرياح الأفريقية لتطوير التكنولوجيات في نهاية السبعينات، فقد قدمت أحد المنظمات الغير حكومية في المملكة المتحدة فريق دعم هندسي لأحد الشركات الكينية الهندسية لتنمية مضخات الرياح.

ان هولندا من البلاد المشهورة بطواحين الهواء والقديمة في هذا المجال، حيث بنيت أول طاحونة هوائية لضخ المياه في هولندا منذ ستمائة سنة، وتحتفل البلاد بهذه المناسبة بتسمية العام 2007 عام الطواحين، ومعظم هذه الهياكل الواقعة على طول المناطق في هولاندا ما هي إلا مضخات رياح تهدف إلى تجفيف الأراضي وهذه تعتبر أهمية خاصة لأن كثير من البلاد تقع تحت مستوى سطح البحر.

كما بنيت مضخات رياح كثيرة في المملكة المتحدة لتجفيف الأراضي ومنذ ذلك الوقت تعتبر مصدر للطاقة الكهربائية، وكثير من هذه المضخات ما زالت قائمة، وبصورة رئيسية في البلدان المهجورة في مزارع الولايات المتحدة ولا سيما في الغرب

الأوسط، استخدمت مضخات الرياح من نوع المصورة لضخ المياه من الآبار لمزارع للماشية اليـوم ويتم ذلك في المقام الأول عن طريق المضخات الكهربائية.

2. طواحين الهواء لتوليد الكهرباء:

يطلـق عليهـا التوربينـات الهوائيـة أو مولـدات الريـاح، وتـستخدم في توليـد الكهربـاء، فالطواحين الهوائية الحديثة مصممة فقط لتحويل الطاقة من الرياح إلى كهرباء، فأكبر توربينـات الرياح يمكن أن تولد ما يصل إلى قوة 6 ميغاوات (بالمقارنة مع الوقود الأحفوري الـذي يولـد مـا بين 500 و 1300 ميغاوات، ومع تزايد القلق حول المـشاكل البيئيـة وأهمهـا الاحتبـاس الحـراري حيث تقترب نـسب الوقـود الأحفـوري في النـضوب فتعتـبر الطاقـة الهوائيـة ذات اهـتمام عـالي باعتبارها مصدرا للطاقة المتجددة والغير ملوثة للبيئة، وهو يشكل صورة أكثر فائدة في تـوفير مـا يكفي من الطاقة لمناطق عديدة من العالم.

امـا طاقـة الريـاح البحريـة فهـي تبنـى او تغـرس في وسـط مـسطحات مائيـة كبـيرة لتوليد الكهرباء،ويمكن لهذه المنشآت الاستفادة مـن الريـاح الأكـثر تـواتراً والريـاح القويـة التـي تتـوفر في هـذه المواقـع. رغـم فوائـدها إلا أنهـا ذات تكـاليف عاليـة في البنـاء والـصيانة، ينظـر الصورة(14).

وفي نهاية 2014 تم تشغيل أكثر من 16 كيكاواط كقدرة إضافية بما جعـل المملكـة المتحـدة وألمانيا من الأسواق الريادية، ومن المتوقع ازدياد الاعتماد على طاقة الرياح البحرية لتصل إلى مـا مجموعه 75 كيكاواط في جميع أنحاء العالم بحلـول عـام 2020 بمـساهمات كبـيرة متوقعـة مـن الصين والولايات المتحدة.

●●●

الصورة(14) توضح طاقة الرياح البحرية



ثالثا: آلية عمل طاقة الرياح:

تعتمد طاقة الرياح على آلية عمل محددة بناءً على مجموعةٍ من العوامل والظروف المحيطة بها وهي:-

الاعتماد على الشمس: تعمل الشمس على تسخين بعض المناطق على سطح الأرض، ممّا يؤدّي إلى رفع درجة حرارتها.

الهواء: يمتصّ جزءاً من درجة الحرارة المرتفعة التي نشرتها الشمس في المنطقة التي تعرّضت لها، ومن ثمّ يبدأ هذا الهواء بالارتفاع إلى طبقات الغلاف الجوي العُليا، وذلك لأنّ حجم الهواء الحار أخف من الهواء البارد، وتمتاز جزئياته بسرعة الحركة.

حدوث التيارات: تبدأ تيارات الهواء البارد بالاندفاع لسدّ الفراغات التي أحدثها الهواء الحار عند صعوده لطبقات أعلى، ممّا يؤدّي إلى تشكّل هبوب قوي للرياح، وهكذا تتكون طاقة الرياح.

رابعا: العـوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة الريحية:-

يتأثر إنتاج توربينات الرياح تأثرا مباشرا بسرعة الرياح حيث تتناسب الطاقة المنتجـة مـع مكعب السرعة، ولبيان هذه العلاقة نضرب المثال التالي، إذا كانت سرعة الريح 5 مـتر/ثانيـة فـإن الطاقة الناتجة تعادل تقريبا 125وحدة طاقة، فإذا ارتفعت السرعة وأصبحت 6 مـتر/ثانيـة فـإن الطاقة الناتجة تزيد إلي 216 وحدة طاقة، ويبين هذا المثال البسيط كيف أن ارتفاع سرعة الـريح بمقدار1 متر/ثانية يؤدي إلي زيـادة كبـيرة في الطاقـة المنتجـة، كـذلك تتـأثر الطاقـة المنتجـة مـن التوربينـات بعوامـل أخـرى منهـا كثافـة الهـواء وارتفـاع الـبرج ومـساحة سـطح الـدوران وتـأثير التوربينات علي بعضها البعض إلا أن التأثر المباشر يكون مع سرعة الرياح.

كما ان المعدلات السنوية لسـرعات الرياح تعطي معلومــات عامـة واساسـية عــن القــوى الكامنـة في الرياح وقدرتها على انتاج الطاقة، مع العلم ان معدل سرعة الريـاح الـسنوية لا يعـد مؤشرا حقيقيا على امكانية استثمارها لتوليـد الطاقة الكهربائية، لان الرياح عنصرا متغيرا وسريعا ومرتبطا بتغيير الضوابط المـؤثرة فيـه.

وعلى هذا الأساس يمكـن القـول بـان العوامـل الأساسـية لإنتـاج الطاقـة مـن الريـاح تـرتبط بعاملين أساسيين هي سرعة الرياح وجودة تصنيع التجهيزات الميكانيكية والكهربائية المـستخدمة في المحطة الكهروريحية.

●●●

كما أن التشريع يلعب دوراً مهماً في توسيع استخدام الطاقة الكهروريحية، فسرعة هبوب الرياح على سبيل المثال في ألمانيا أقل من سرعة هبوبها في فرنسا، ومع ذلك فإنتاج الطاقة الكهروريحية أكثر في ألمانيا مما هو في فرنسا، لأن التشريع الألماني يساعد على التوسع في إنتاج هذا النوع من الطاقة، إذ يمكن لكل شركة كبيرة أو صغيرة أن تنشئ مثل هذه المحطات.

تتمتع طاقة الرياح بالكثير من المميزات التي تؤهلها لأن تكون مصدرا مثاليا للطاقة في ظل تطوير الكثير من المولدات الكهربائية التي تدار بواسطة الهواء المتحرك، وقد أثبتت هذه المولدات قدرات تقنية متميزة، فهي لا تحتاج إلى صيانة مستمرة ولا ينجم عنها غازات ضارة تلوث البيئة، كما أنها تعمل بشكل جيد على سرعات منخفضة للرياح، لكن من مساوئ هذا المصدر للطاقة، تذبذب حركة الرياح مما يؤدي إلى عدم انتظام حصولنا على الطاقة الكهربائية، وقد تم معالجة هذا الأمر بعدة طرق، منها استخدام الطاقة الناتجة في ساعات ذروة هبوب الرياح وتخزينها في بطاريات أو تحويلها إلى خلايا تحليل مائية للحصول على الهيدروجين والذي سوف يستخدم لاحقا عندما يسكن الهواء.

لقد انتشرت مصائد الرياح عالميا وقد تولت إنتاج حصادات الرياح (مضخات الرياح) كبرى شركات إنتاج الطاقة في العالم، كما إن طاقة الرياح تلعب دورا هاما في بعض المناطق النائية والتي يصعب إيصال التيار الكهربائي لها بواسطة شبكة الكهرباء الوطنية في تلك الدول، وقد وضعت الكثير من دول العالم خططا طموحة لاستخدام هذا المصدر من الطاقة وتقليل كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية من

الرياح بحيث تصل إلى 25 يورو لكل كيلو واط بحلول عام2020، ويبين الجدول(3) كمية إنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح في بعض دول العالم.

الجدول(3) كمية الطاقة الكهربائية المنتجة من الرياح في بعض دول العالم

اسم الدولة	العام 1998 ميجا واط	العام 2000 ميجا واط	المجموع
استراليا	30	42	72
اسبانيا	880	4700	5580
بلجيكا	6	9	15
الدانمرك	1441	1225	2645
فنلندة	17	2051	2068
فرنسا	19	600	619
ألمانيا	2875	3900	6775
ايطاليا	197	675	872
اليونان	55	210	265
البرتغال	51	170	221
إيرلندا	64	280	344
لوكسمبورغ	180	281	461
هولندا	379	800	1179
أمريكا	2141	2000	4141
كندا	83	450	533

●●●

السويد	176	720	896
بريطانيا	338	975	1313
الصين	200	900	1100
الهند	992	950	1942

: http://www.windpoweringamerica.gov/)

تستخدم وحدة الواط بكثرة في حساب القدرة الكهربائية، حيث أن القدرة التي يبذلها تيار كهربائي مستمر ثابت قيمته واحد أمبير تحت تأثير جهد كهربائي قيمته واحد فولت تساوي واحد واط.

1 واط = 1 فولت × 1 أمبير = 1 جول /ثانية

* 1 كيلوواط ساعي= 1،000 واط. ساعة

1 كيلوواط ساعي= 3.6 ميجا جول = 3.6 * 610 جول

1،000 كيلوواط ساعي = 1 ميجا واط.ساعة

1،000 ميجاواط ساعي = 1 جيجا واط.ساعة

1 تيرا واط ساعي = 1.000.000.000.000 واط. ساعة.

خامسا: آلية عمل الطواحين الهوائية:-

يوجد عدة أنواع من التوربينات، منها ما يشبه شراع السفينة، ومنها كخفاقة البيض، وأكثرها انتشاراً وأقدرها على توليد الطاقة هو ما يكون على شكل مروحة عملاقة يصل ارتفاعها عن سطح الأرض لـ 110 متراً، وتتكون بشكل أساسي من زعنفتين أو ثلاث، والذي يبلغ طول الواحدة منها حوالي عشرة أمتار، والمولد الكهربائي الخاص بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى كهربائية، محطة الصيانة وتخزين

الطاقة، فضلا عن نظام حماية وأمان، ويقدر عدد إنتاج هذه التوربينات مـن الطاقـة حـوالي 500-1300 ميغا واط، وكلّما زاد حجم التوربين زاد حجم الطاقة المنتجة، عند هبـوب الـريح أو نسمات الهواء تـصطدم بزعـانف التوربينـات فتتحـرك، وبـدوران زعـانف التـوربين يـدور المحرك المتصل بها، مولداً بـذلك كميّـة مـن الطاقـة الكهربائيّـة تتناسـب مـع سرعـة الريـاح وقوتهـا، ويوجـد أجهـزة لقيـاس سرعـة الريـاح واتجاههـا، ومحـرك كهربـائي يقـوم بتحريـك الزعانف للاستفادة القصوى من الرياح على حسب اتّجاهها، ويتم حفـظ الطاقـة الكهربائيـة الناتجة في بطاريات، وبالرغم من أنّه وكلّما اشتدت الرياح تولّـدت طاقـة كهربائيّـة أكـبر، إلّا أنّ التوربين يحتوي على فرملة، تقوم بالسيطرة على حركة الزعانف في اشتداد الريـاح بـشكل كبير، وتوقفها تماماً في العواصف.

وكقاعـدة أسـاسـية فإنـه كلـما قـل عـدد الـشـفرات في المروحـة إزدادت كفـاءتها الإنتاجية.

ويراعى عند انتقاء التصميم المناسـب لمولدات الكهرباء بواسـطة الرياح عدة عوامل بمـا فيها الطاقة الإنتاجية المطلوبة وموقع التركيب، وطبيعـة ونـوع الريـاح الـسـائدة في الموقـع، والعوائق الطبيعية والصناعية، وبشـكل عام فإن قدرة المولدات غالبا مـا تقـاس عـلى إرتفـاع عشـرين مترا من سـطح الأرض وبعيدا عن أي عائق بما لا يقل عن عـشرة أمتـار مـن جميـع الاتجاهات.

●●●

سادسا: انتاج الكهرباء باستخدام الرياح:-

تعتبر الكهرباء من أكثر الأمور المفيدة التي قدّمتها طاقة الرياح، وذلك لأنها ساعدت على توفير كمية كبيرة من النفقات والتكاليف التي كانت تدفعها الدول مقابل الحصول على مولدات كهربائية، وإنشاء محطّاتٍ خاصة بالكهرباء، ويعتمد إنتاج الكهرباء بواسطة طاقة الرياح على مجموعة من الخطوات اهمها:-

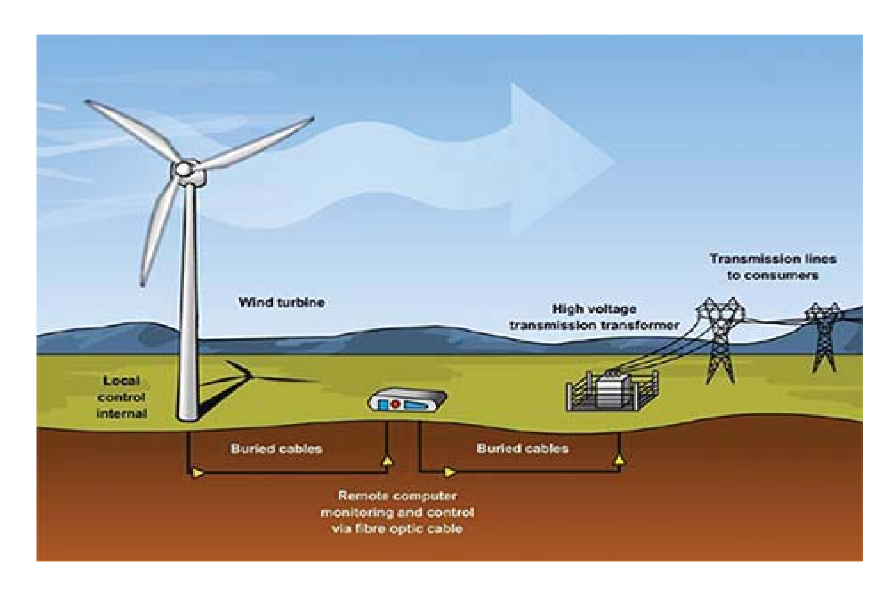
طواحين (مراوح) الهواء: توضع على ارتفاعات عالية جداً حتّى تصل إلى أقصى ارتفاع تتحرّك فيه الرياح باندفاع قوي، ومن ثم تعمل حركة الرياح على تحريك المراوح المركبة على الطواحين.

استخدام المولدات: بعد أن تنقل الطواحين طاقة الرياح إلى مراوحها، تعمل على شحن المولدات الموجودة داخلها أو المتّصلة بها، ممّا يؤدّي إلى حدوث تفاعل في الشحنات ليُولّد طاقةً كهربائية تعادل نسبة 650 كيلو واط.

تزويد المباني بالكهرباء: تنتقل الطاقة الكهربائية المولّدة عبر الأسلاك والأنابيب إلى المنازل، وباقي الأماكن الأخرى المتّصلة معها، والتي تستهلك طاقةً كهربائية بمقدار 100 كيلو واط، ممّا يُعدّ مصدراً مناسباً للكهرباء، وخصوصاً في المناطق التي لا تحتوي على شركات الكهرباء، ينظر الشكل(3).



الشكل(3) يوضح انتاج وتوزيع الطاقة الكهروريحية.



سابعا: مزايا وسلبيات الطاقة الريحية:-

1. الإيجابيات

أ. القدرة على استخدامها في أغلب الأوقات.

ب. لا تحتوي على أي ملوثات للبيئة.

ج. يمكن استخدام الأراضي الموجودة فيها كحقول زراعية.

د. من الممكن استخدام طواحين (مولّدات) صغيرة الحجم توضع في أعلى المباني.

2. السلبيات

أ. تُسبّب الإزعاج بسبب صوتها العالي أثناء الدورانrotation ولتقليل هذه التأثيرات يفضل إنشاء حقول الرياح Wind fields في مناطق بعيدة عن المناطق السكنية.

ب. التأثير البصري لدوران التوربينات.

ج. تقتل بعض الطيور التي تصطدم بها أثناء طيرانها، أو وقوفها عليها.

د. مكلفة فهي تحتاج الى راس مال قد تفوق قدرة انتاج بعض الدول النامية والفقيرة.

ثامنا: العــوامل المؤثرة في الطلب على سوق طاقة الرياح:-

يتأثر سوق طاقة الرياح والطاقة المتجددة بصفة خاصة بعدد من المحددات التي تعمل إما علي جذب الاستثمارات أو صرفها بعيدا عن مشروعات الطاقة المتجددة، والمحددات هي:-

1. التشريعات التنظيمية: التي تحددها الدولة لإنتاج الطاقة، وتحديد نسب محددة وملزمة لمشاركة الطاقة المتجددة، ووضع برامج لدعم تنفيذ هذه المشاركات للحد من معوقات التنفيذ.

2. الخطط التنموية والسياسات المحلية والوطنية: والتي تهدف إلي دعم وتنفيذ التشريعات التنظيمية المشجعة علي إنتاج الطاقة من المصادر المختلفة والهادفة إلي وضع خطط تعاون ومشاركة بين الدول وبعضها.

3. إتاحة الأرض: ربما تمثل إتاحة الأرض أحد العوائق وخاصة في البلدان المحدودة المساحة، أو التي يصعب التخلي عن مساحات كبيرة منها لغرض إنتاج الطاقة، في حين يتلاشى هذا الأمر في الدول ذات المساحات الشاسعة وبخاصة الغير مستغلة (أراضي صحراوية، أو بور).

البنية التحتية والنقل: تدعم البنية التحتية مشروعات توليد الطاقة حيث تسهل نقل المعدات إلي المواقع والتي قد تحتاج إلي متطلبات خاصة في الطرق وشبكات المياه وخطوط نقل الطاقة الكهربية عند توليدها من المحطات (حرارية، مائية، رياح).

●●●

الوضع الحالي والمستقبلي لنظام الطاقة: ومنه يتحدد مدى مشاركة كل قسم من أقسام إنتاج الطاقة، ففي الوقت الحالي تُزيد الدول من مشاركة المصادر الصديقة للبيئة في إنتاج الكهرباء بصفة خاصة والطاقة بصفة عامة، وهو ما يعني تقليص مشاركة المصادر الحرارية الملوثة للبيئة.

قدرة توربينة الرياح: وتختص هذه النقطة بالنظر في مدي نضج تكنولوجيا طاقة الرياح، وقدرة الباحثين علي إنتاج مكونات ذات كفاءة أعلى.

التمويل: حتى وقت قريب ظل التمويل يمثل أحد أكبر عوائق نشر الطاقة المتجددة حتى ارتفع سعر برميل النفط إلي أكثر من تسعين دولارا، ليقل مرحليا تأثير التمويل، وإن كانت متطلبات رأس المال للاستثمار في الطاقة المتجددة أعلي من نظيرتها في المحطات الحرارية.

سوق الكهرباء: وهو الذي يحدد أسعار تداول الطاقة الكهربية، وفي الدول ذات الاقتصاد الحر يتم تحديد سعر شراء للطاقة الكهربية يختلف باختلاف المصدر المنتج لها (حراري، مائي، رياح)، وذلك بهدف تحديد أسعار مميزة للكهرباء المنتجة من مصادر نظيفة لتشجيع الاستثمار في هذه المصادر.

التأثيرات البيئية: تعتبر الاشتراطات البيئية أحد المعايير المهمة الواجب اتخاذها في الاعتبار عند إنشاء محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية، ففي المحطات الحرارية تراعي تأثير عوادم الاحتراق ونقل الوقود وتبريد المياه علي المجال البيئي المحيط بها، أما في مزارع الرياح فتراعي تأثر السكان المحيطين بالمزرعة بالضوضاء الناشئة عن تشغيلها، والشكل الجمالي للتوربنات ومساحات الأراضي المستغلة في إنشاء المزرعة

ومدي إمكانية إيجاد زراعات للاستفادة من هذه المساحات، وأيضا تأثر مسارات الطيور المهاجرة نتيجة احتمال اصطدامها بأبراج التوربينات، كل هذه الاعتبارات وغيرها تعتبر عوامل مؤثرة في حسم قرار إنشاء مزرعة الرياح من عدمه.

تاسعا: الخطوات الرئيسية لإنشاء مصائد رياح:-

غالبا ما يتم اختيار موقع مصائد الرياح بالمقارنة بين عدد من المواقع المرشحة، وذلك بالنظر في عدد من الاعتبارات من ضمنها كمية إنتاج طاقة الرياح، التكاليف البيئية والفوائد، إتاحة الأرض والبنية التحية الاستدامة، إمكانية الحصول علي اعتماد التخطيط والموافقات، عدم الوثوقية والمخاطر حال تنفيذ المشروع، تطوير نظام القوة، فرص الاستثمار والمستثمرين، عمر المشروع "Lifetime"، مصائد الرياح ونظام تشغيل وصيانة نظام القدرة، والحيوية الاقتصادية والمالية.

يتم تحديد مخطط مصائد رياح ما " Traps wind" طبقا لأسس مختلفة، فعالميا لم يوصف مفهوم واحد لتخطيط مصائد الرياح بأنه الأمثل أو الأفضل، كما لا توجد عالميا طريقة آلية مثالية محددة متاحة للتخطيط الأمثل لمصائد الرياح، غير أنه توجد أدوات يمكن أن تساعد في التحليل أو تطبق كجزء من ممارسات التطوير والتحسين، وبالتالي يتأثر باتخاذ القرار البشري "Human Judgment" وربما صاحب القرار يتعرض للنواحي الجمالية "Aesthetics"، والتأثير البصري الناشئ عن إقامة مصائد رياح.

حيث أن أحد الشركات الهولندية كانت بصدد إنشاء مصائد رياح تتكون من ثلاث توربينات رياح بأحد المواقع الواقعة في منطقة زراعية، وحفاظا علي التأييد الشعبي طلبت الشركة باستطلاع آراء المقيمين بالقرب من الموقع المقترح ومن

ضمنهم أحد المدارس الابتدائية، فما كان من الشركة إلا أن نفذت هـذا الاسـتطلاع والـذي حمـل أفكارا للتلاميذ مفادها أن أهم ما يأخذونـه عـلي مـزارع الريـاح أن أبراجهـا تعـترض أفـق النظـر واقترح الطلاب لتفادي هذا الأمر أن يتدرج لون البرج باللون الأخضر (نظرا لاقتراح إنشاء المزرعة بأرض زراعية)، الأمر الثاني الذي اقترحـه الطـلاب هـو تخطـيط ريـش التوربينـة بخطـوط مائلـة يتداخل فيها اللونين الأبيض والأحمر حتى تحدث عند دورانها دوائر حمراء وبيضاء وقـد نفـذت الشركة ما اقترحه الطلاب لتخرج مصائد الرياح في شكل جميل يراعي النواحي الجمالية والبيئية.

ومثال آخر، تم تخطيط مزرعة رياح ميدلجرندن البحرية الواقعة خارج ميناء كوبنهـاجن في البداية كخط مستقيم، ولكن مراعاة للنـواحي الجماليـة تغـير التخطـيط ليأخـذ شـكل قـوس، وهناك أمثلة أخرى لمشروعات طاقة الرياح في المملكة المتحدة، تم وضع بعضها بشكل غير نمطي كنتيجة للتشريعات الملزمة بتلافي التأثيرات البـصرية والخطـوات الرئيـسية لإنـشاء مـصائد ريـاح هي:-

قياسات الرياح وتحليل البيانات:-

كما ذكرنا من قبل يجب إجراء قياسات تفصيلية للرياح بالمواقع المرشـحة لإنـشاء مزرعـة الرياح لمدة سنة علي الأقل، وكلما زادت المـدة كلـما انعكـس ذلـك عـلي دقـة البيانـات وبالتـالي النتائج المبنية عليها.

تقييم مصادر الرياح:-

بعد حصر مصادر الرياح تأتي مرحلة التحليل وتقييم هـذه القـراءات بهـدف الوصـول إلي قرار يتعلق باختيار أنسب المواقع المرشحة لإنشاء المزرعة بها.

●●●

ج. اختيار الموقع:-

تأتي هذه الخطوة كنتيجة للخطوة السابقة، حيث يتم تحديد الموقع الأنسب لإنشاء المزرعة بعد مقارنته بالمواقع الأخرى.

د.التصميم المبدئي للحقول الريحية:-

يتم في هذه المرحلة وضع أسس التصميم الخاصة بالمزرعة من حيث تحديد نوع التوربينات (تحكم متحرك/ تحكم ثابت)، نطاق قدرة التوربينات المرشحة للاستخدام، مخطط نقل الكهرباء من المزرعة إلي الشبكة، المواصفات الأولية لكابلات نقل القوي (نوع: ألمونيوم/نحاس، الأقطار، كابلات مسلحة "Armored"/عادية)، مسارات الطرق داخل المزرعة.

دراسة الجدوى:-

تختص دراسة الجدوى بالنظر في إمكانية إنشاء المزرعة من عدمه، مع تحديد تفاصيل مبدئية للتصميم تسترشد بها الشركات المنفذة، مع حساب لتكلفة إنتاج وحدة الطاقة، وحدود المكسب والخسارة، ونسبة المخاطرة حال تنفيذ المشروع، وبحث مصادر وشروط التمويل، مع إعداد خرائط كنتورية للموقع تستدل بها الشركات المنفذة في تحديد مواقع التوربينات داخل الموقع.

و. تقييم التأثيرات البيئية:-

غالبا ما تنفذ دراسة تقييم الأثر البيئي بالتوازي مع دراسة الجدوى، إلا أن هذه الدراسة تحتاج إلي فريق متخصص ينظر في تأثير تنفيذ مصائد الرياح علي البيئة المحيطة مثل الضوضاء، مسارات هجرة الطيور، تأثر الكائنات الحية بالمنطقة جراء

تنفيـذ المـشروع، التـأثير عـلي النباتـات، بحـث احـتمال تلـوث المياـه الجوفيـة مـن مخلفـات المصائد.

في الوقـت الحـالي تـتراوح قـدرات التوربينـات الجديـدة المركبـة في مـصائد الريـاح سـواء الشاطئية منها أو البحرية من 500 إلي 2500 ك.واط، ويتضمن الجدول (4) قائمة بـأكبر مُـصنِعي توربينات الرياح وأكبر التوربينات التي أنتجتها هذه الشركات خلال عام 2004.

الجدول (4) قائمة بأكبر مُصنِعي توربينات الرياح عالميا.

اسم الشـــركة	جنسية الشركة	توربينات الريـــاح		
		اسم نموذج/مودل التوربينة	أقـــصي خـــرج للمولد (ك.و.)	وقطر الدوران (متر)
فيستاس "Vestas"	الدنمرك	ف 90	3000	90
إنركون "Enercon"	ألمانيا	إي - 112	4500	112
جاميســا "Gamesa "	أسبانيا	ج - 83	2000	83
جي إي وند "GE Wind "	أمريكا	3.6 م.و.	3600	104
بونس "Bouns"	الدنمرك	2.3 م.و.	2300	82.4
نوردكس "Nordex"	ألمانيا	إن 80	2500	80

عاشرا: تقييم التأثيرات البيئية:-

تنتج توربينات الرياح الطاقة بـدون صـدور ملوثـات للبيئـة، وهـو مـا يـؤدي إلي خفـض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجـين والكبريـت وهـذا مـا يجعـل اسـتخدام طاقـة الرياح يسهم في خفض التغيرات المناخية العالمية، والأمطار الحمضية، والمخاطر البيئية الأخرى.

وعلى الرغم من وضوح انخفاض التأثيرات البيئية لطاقة الرياح عن المـصادر التقليديـة، إلا إنه توجد بعض التأثيرات السلبية علي البيئة، وبخاصـة عنـد إنـشاء مـزارع الريـاح الكبرى أو إنشاء عدة مئات من توربينات الرياح الكبيرة، فعلي مدى سنوات، كانـت أهـم الـشؤون البيئيـة عند إنشاء مصائد رياح تتمثل في التأثير البصري، الـضوضاء "Noise"، ومخـاطر اصـطدام الطيـور بالتوربينات.

واليوم يتم التعامل مع الضوضاء في مرحلة التخطيط، وعادة ما ينظر لها عـلي أنهـا مـشكلة بسيطة عند بناء توربينات رياح قريبة من التجمعات السكنية، وربما سـببت التـأثيرات البـصرية لتوربينات الرياح بعض الجدل، ففـي حـين يعتقـد بعـض الأشـخاص أن التوربينـات لهـا تـأثيرات بصرية سلبية علي سطح الأرض، يراها الآخرون مدعاة للجمال.

أما التأثيرات الأخرى علي النباتات والحيوانات فلم تحدد بشكل جيد علي الـرغم من عدد الدراسات الكبير التـي تتنـاول هـذه الموضـوعات، لكـن تأثيراتهـا تماثـل مـا تسببه محطات القوي من اضطرابات علي الحيـاة النباتيـة والحيوانيـة " Flora and Fauna". ومازال الاهتمام الأكـبر ينـصب عـلي دراسـة اصـطدام الطيـور والتـأثيرات المصاحبة على تجمعـات الطيـور ومـسارات الهجـرة، إلا أن التوربينـات ليـست هـي

الوحيدة التي تمثل خطرا على الطيور، فإنشاءات المرافق الكهربية وبخاصة خطوط نقل القوي التي تربط مزارع توربينات الرياح بالشبكة الكهربائية، تمثل خطرا يتمثل في اصطدام الطيور بالكابلات أو صعقها كهربائيا.

احدى عشر: إمكانيات الاستفادة من الرياح:-

1. استثمار طاقة الرياح هذا المورد الطبيعي الهام تنمية وتطوير الواقع الاجتماعي للسكان وتعزيز المستوى الاقتصادي لهم، فضلاً عن إمكانية استثمارها في ملئ الفراغ السكاني وتنمية المناطق الصحراوية التي تتوفر فيها إمكانيات طبيعية هائلة وتعاني من عجز كبير في توفير الطاقة الكهربائية، كما تسهم أيضا في التقليل من تكاليف بعض المشاريع الصناعية والزراعية المستثمرة في المناطق البعيدة أو النائية والتي تعاني من نقص كبير في أمدادات الطاقة الكهربائية.

2. تطوير وتوسيع الصناعات المحلية وزيادة الثروة الحيوانية والتوسع في استخدام المكننة، إذ يعتمد سكان هذه المناطق على المولدات التي تعمل بالديزل والمجهزة من وزارة الكهرباء في أمدادهم بالطاقة الكهربائية، ناهيك عن الاعطال المتكررة لهذه المولدات خصوصاً وان هذه المناطق هي مناطق زراعية وتشكل الطاقة الكهربائية عصب الحياة بالنسبة لها.

3. استثمار طاقة الرياح في النشاط الصناعي من خلال عملها بالتوازي مع مولد ديزل وبالتناوب بهدف ترشيد استهلاكه للوقود ، من خلال تزويد الشركات الصناعية على اختلافها بالطاقة الكهروريحية، وكذلك المنازل ومنظومات وشبكات الاتصال في الاماكن النائية.

●●●

4. استثمار طاقة الرياح في النشاط الزراعي لتشغيل منظومات الري الحديثة التي شاع استخدامها مؤخراً في ري مساحات واسعة وخصوصاً في المناطق الصحراوية أو البعيدة عن مصادر المياه.

5. استثمار طاقة الرياح في ضخ المياه إذ تعمل على رفع المياه الجوفية من الابار القليلة أو متوسطة العمق وضخها بصورة مباشرة أو عن طريق تخزينها في خزانات مياه كبيرة ومن ثم ضخها ومشاريع ضخ المياه الخاصة بالمدن الصغيرة أو التجمعات السكانية في المناطق النائية أو الصحراوية التي ستساعد كثيراً في توفير المياه لسكان هذه المناطق بهدف الاستفادة منها في النشاطات الزراعية المختلفة، فضلاً عن ري الحيوانات.

6. استثمار طاقة الرياح في تحلية وانتاج المياه لاسيما في ألاماكن التي تتمتع بسرع رياح مناسبة كالمناطق الساحلية المحاذية للمسطحات المائية أو المناطق الجبلية والمناطق الصحراوية المفتوحة فبعض سكان العالم يعيشون في تجمعات ومدن صغيرة في مناطق بعيدة أو نائية تعاني من نقص كبير في مصادر الطاقة اللازمة بسبب صعوبة نقل الوقود إلى هذه الأماكن لتشغيل محطات تحلية المياه الموجودة فيها.

●●●

اثنا عشر: نماذج مختارة من الدول المستثمرة لطاقة الرياح في العالم:-

1.الدنمارك:

تعتبر الدنمارك أكثر البلاد استثمارا لطاقة الرياح عام 2009، فحاليا تنتج نحو 20 % من الطاقة بواسطة الأبراج الريحية Wind towers ولها مساهمة وخبرة كبيرة في هذا المجال، واستطاعت الدانمارك تحسين انتاجها بحيث يبلغ انتاجية البرج الواحد 3 ميجاواط، ويبلغ ارتفاع البرج نحو 14 طابقا.

2. المانيا:

يعد الشعب الألماني من أكثر شعوب العالم وعياً بالبيئة وضرورة الحفاظ على سلامتها عن طريق التركيز على استخدام مصادر الطاقة المتجددة (البديلة) التي لا تضر بالمناخ أو بجودة الهواء، هذه "الفلسفة الحياتية" دفعت الرأي العام الألماني إلى تأييد إجراءات الحكومات الألمانية في السنوات العشرين الأخيرة التي قامت بدورها بإنشاء محطات لإنتاج الطاقة الكهربائية في "مزارع الرياح" بشكل مكثف في شتى أنحاء ألمانيا.

اذ يوجد اليوم على السواحل الشمالية حوالي الف طاحونة هوائية للرياح وهي عبارة عن مراوح ضخمة يصل ارتفاعها حتى 90 مترا، ويزيد طول ذراعها على 30 متراً، كما المانيا عمدت في الماضي على تشجيع مثل هذه المنشآت ودعمها مالياً، اما الآن فان الكهرباء المنتجة أصبحت اقتصادية ومربحة، اذ ان مؤسسات الكهرباء تشتري هذه الطاقة المتولدة من الرياح وتزود بها شبكتها الكهربائية وفي ولاية شمال الراين- فستفاليا، اذ يتم تزويد 50 ألف مسكن بالكهرباء المنتجة من طواحين

الهواء، حيث بلغت طاقة منشآت الرياح التي يبلغ عددها في المانيا نحو 500 منشأة حـوالي 108 ميجاوات.

3.هولندا:

تعتبر قضية المساحة التي تشغلها مراوح الرياح من بين اكبر المشاكل التي تواجهها هولندا لذلك وضعت الشركات المتخصصة في انتاج الطاقة الكهربائية من الرياح مخططـات بنـاء جزيـرة صناعية لإنتاج الطاقة في بحر الشمال بين هولندا وبريطانيا ومن الممكـن ان تـشترك دول الجـوار من المانيا والدنمارك وبلجيكا والنرويج لانتاج الاف المراوح الريحية ويتم توزيعها على تلك الـدول وتعتبر هولندا من الدول الرائدة في استخدام طواحين الهواء قديما وحاضرا وكما تم التطـرق اليـه مسبقا.

السويد:

تستعد شركة طاقة سويدية لبناء أكبر مصائد رياح بحرية في بحر البلطيق، من أجـل إنتـاج 600 ميغاوات لدولة الدنمارك، وتهدف الدولة الإسكندنافية لإنتاج كهربـاء نظيفـة بـسعر أنـسب من الفحم والغاز الطبيعي، إذ سيكون سعر الميغاوات لكل ساعة حوالي 49 يورو (مـا يعـادل 54 دولارًا)، ومن المتوقع أن تكون مصائد الرياح جاهزة بحلول نهاية عام 2021.

ويوضح الجدول (5) أنظمة عمل طاقة الرياح لإنتاج الكهرباء التي تتراوح ما بـين أنظمـة صغير وأخرى برية وبحرية ومن خلال تحليل الجدول تبـين ان قـدرة انتـاج الطاقـة مـن مـصائد الرياح البحرية هي اعلى من 2000 كيلو وات لذلك فهي اقتصادية لتوليد الكهرباء ولا تأخذ حيز مساحي على الأرض.

●●●

الجدول(5) يوضح أنظمة طـاقة الرياح

القدرة المركبة للمزرعة (كيلو وات)	التصنيف	قدرة توربينة الرياح (كيلو وات)
أقل من 1	الأنظمة المصغرة	أقل من 1
من 1 حتى 100	الأنظمة المنزلية الريحية والأنظمة الهجين	من 1 حتى 50
من 100 حتى 10.000	أنظمة الطاقة المعزولة والتوليد الغير مركزي	من 100 حتى 1000
أكبر من 10.000	محطـات طاقـة الريـاح - مـزارع الريـاح الأرضية	أكبر من 500
أكبر من 10.000	محطـات طاقـة الريـاح - مـزارع الريـاح البحرية	أكبر من 2000

اما على مستوى الوطن العربي فقد حظـي موضـوع الطاقـة في الـوطن العـربي بـاهتمام كبير، اذ يختزن الوطن العربي وينتج القسم الأعظم من الطاقة المستخدمة في العالم والمتمثلة بالنفط و الغاز الطبيعي ، وكان الاهتمام كبيراً أيضا بالطاقة الكهربائية، ولكن هـذا لا يخفـي حقيقة أن نسبة إنتاج الوطن العربي من الطاقـة الكهربائيـة مـنخفض جـداً بالنـسبة لحجـم سكانه.

لقد بذلت الدول العربية جهوداً كبيرة لتطوير قطاع الطاقة وذلك لمقابلة الزيادة في الطلب عليها، حيث أن الدول العربية ما زالت في مرحلة النمو التي تـستدعي تلبيـة الرغبـات والطلـب المتزايـد عـلي الطاقـة كنتيجـة للتوسـع في إنـشاءات البنيـة التحتيـة

والصناعية وغيرها، وتحتل كل من ليبيا وقطر والكويت صدارة الترتيب في استهلاك الطاقة عربيا.

فبينما كانت نسبة إنتاج الوطن العربي من الطاقة الكهربائية عام 1987م هي 1.86% من الإنتاج العالمي فإن نسبة سكانه ارتفعت إلى 4.19% من إجمالي سكان العالم، وترتب على ذلك انخفاض متوسط نصيب الفرد على المستوى العربي والذي يعادل فقط 45% من متوسط نصيب الفرد العالمي، وهنالك تفاوت كبير في نصيب الفرد بين أبناء الشعوب العربية، فالدول البترولية هي صاحبة النصيب الأكبر، ولا شك بان العلاقة ايجابية بين الطاقة المنتجة والمستخدمة في بلد ما وبين التنمية الاقتصادية فيه.

أنشطة بعض الدول العربية في هذا المجال.

مصـــر:

تهتم وزارة الكهرباء والطاقة في مصر بتنمية استخدام مصادر الطاقة المتجددة والتي تتمتع مصر بثراء واضح فيها، حيث تم إنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة عام 1986 لتمثل نقطة الارتكاز الوطنية للجهود المبذولة في نشر استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة، لتوليد الكهرباء علي المستوى التجاري، وتوطين تقنيات الطاقة المتجددة بما يسهم في توفير استهلاك الوقود الأحفوري الذي يمكن تصديره للخارج باعتباره أحد مصادر الدخل القومي، أو استخدامه محلياً في صناعة البتروكيماويات، لتعظيم العائد من تصدير منتجاتها.

وقد أقر المجلس الأعلى للطاقة في أبريل 2007 استراتيجية جديدة للطاقة تعتمد بصفة رئيسية على مشاركة القطاع الخاص ليصل إجمالي الطاقة الكهربائية

المولدة من طاقة الرياح بحلول عام 2020 إلى 12% من الكهرباء المولدة بالشبكة الكهربائية، وفي مجال طاقة الرياح تم تنفيذ محطة توليد الكهرباء قدرة 405 ميغا.واط بالزعفرانة في إطار عدد من المشروعات، الأول 60 ميغا.واط. بالتعاون مع الدنمارك، والثاني 160 ميغا.واط. بالتعاون مع ألمانيا، والثالث قدرة 85 ميغا.واط بالتعاون مع أسبانيا، فضلا عن الانتهاء من تركيب 90 ميغا. واط. من إجمالي 120ميغا.واط. تمول من خلال قرض ميسر من اليابان.

والجدير بالذكر أنه تم التعاقد بالفعل على تنفيذ مشروع آخر 120 ميغا.واط ومن المنتظر أن يبدأ تشغيله عام 2010 وهو ما يعنى أن منطقة الزعفرانة بمفردها ستستوعب 545 ميغا.واط، بما يجعلها أكبر مصائد للرياح بأفريقيا والشرق الأوسط، وقد تم تنفيذ هذه المشروعات في إطار اتفاقيات تعاون دولية من خلال هياكل تمويل تتضمن قروضا ميسره لتمويل تكلفة المعدات الأمر الذي كان له تأثير إيجابي على تنفيذ مراحل البرنامج حتى الآن من حيث توفير التمويل المطلوب، وخلق الكوادر الفنية المؤهلة للتعامل مع هذه التقنيات، فضلا عن تحسين اقتصاديات هذه المشروعات

2.المغرب:-

استثمرت المغرب طاقة الرياح المتوفرة بشكل نموذجي على أراضيها لاسيما و أن المنطقة التي اختيرت لتشييد المحطة، التي تقع في مدينة طرفاية في الصحراء تعرف هبوب رياح تتراوح سرعتها بين 7 و9 أمتار في الثانية، وتلك سرعة نادرة في مناطق أخرى من العالم، حيث تتيح استمرار توليد المحطة لمدة طويلة على مدى السنة، اذ ان متوسط سرعة الرياح في المنطقة يصل في المتوسط إلى 8.3 متر في الثانية، غير أنه

لوحظ أن سرعة الرياح تكون مثالية بين مارس/آذار وسبتمبر/أيلول، كي تـنخفض بـشكل ملحـوظ بعد ذلك، ويفترض أن الرياح التي تهب على المنطقة تتميز باعتدالها، فهي ليست بالـضعيفة ولا القوية، حيث تتلقاها المحطة بشكل سلس وتحولهـا إلى طاقـة، ويؤكـد أن تلـك الريـاح معروفـة تاريخياً بكونها مواتية لحركة السفن الشراعية.

وعلى هذا الأساس أنشأت الحكومة المغربية أربـع مـصائد للريـاح تـتراوح قـدرتها الإنتاجيـة للطاقة تتراوح ما بين (3.5) ميغا واط - 124 ميغا واط.

3. تونس:

حتى الآن يوجد بتونس مصائد رياح واحدة بمنطقة سيدي داوود أنـشأت عـلي مـرحلتين، الأولي في عام 2000 بقدرة 8.5 ميغا.واط، ثم تم زيادتها في عام 2003 لتـصبح 20 ميغـا.واط، وفي عام 2007 تم اعتماد مخطط لزيـادة قـدرتها إلي 55 ميغـا.واط لتـدخل بهـا تـونس –عنـد إتمـام توسعتها وتشغيلها- إلي سوق مزارع الرياح التجارية.

4.عُمان:

خطت عُمان خطوة مهمّة في مسار إنتاج الطاقة النظيفة، عبر توقيعها اتّفاقيّة مـع حكومـة أبو ظبي ممثلة في مؤسّسة «مصدَر» («مبادرة أبو ظبي المتعـدّدة الأوجـه للطاقـة المتجـدّدة)، عـن مشروع يهدف إلى توليد الكهرباء من الرياح، تـصل كلفـة المـشروع إلى 125 مليـون دولار، ويـؤمّن الكهرباء لقرابة 16 ألف منزل في محافظة ظُفار، المحاذية للجمهورية العربيّة اليمنيّة.

ويتضمن المشروع إنشاء محطة لتوليد الكهرباء من الرياح، تبلغ طاقتهـا 50 ميغاواط/ساعة (بمعنـى أنهـا تعطـي 160 غيغـاواط/سـاعة سـنويّاً) مـن الكهربـاء

النظيفة. وتشكّل الطاقة الإنتاجية للمحطة عند تشغيلها، قرابة 7 في المئة من القدرة الإجماليّة لشبكة الكهرباء في محافظة ظُفار. ويبدأ تسليم المشروع في مطلع عام 2017.

ويتوقع أن يساهم المشروع في تفادي إطلاق 110 آلاف طن سنوياً من غاز ثاني أكسيد الكربون، وتتضمّن المحطة تركيب ما يتراوح بين 20-25 توربيناً للرياح، تعمل على توليد الطاقة النظيفة.

يعتبر المشروع المشترك بين عُمان والإمارات أولاً في دول الخليج العربي.

الامارات:-

أطلقت دولة الإمارات العربية المتحدة، عبر معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا، أول أطلس عالمي للرياح، في خطوة ستعمل على توفير معلومات دقيقة حول موارد الرياح في الإمارات، ما من شأنه أن يدعم الاستثمارات في مشاريع الطاقة النظيفة. دبي: مع إطلاق أول أطلس عالمي للرياح، تغدو الإمارات أول دولة في المنطقة تطور أطلسًا خاصاً بالرياح متاحاً للاستخدام العام، حيث تم ربطه بمنصة الأطلس العالمي للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (أيرينا) كمساهمة من جانب الحكومة الإماراتية.

6.الأردن:

تعتبر محطة "الطفيلة" لطاقة الرياح أول مشروع للطاقة المتجددة يقام على مستوى المرافق الخدمية في المملكة الأردنية الهاشمية؛ وهي أول مشروع لطاقة الرياح تكتمل عملية إغلاقه المالي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خارج المملكة المغربية.

●●●

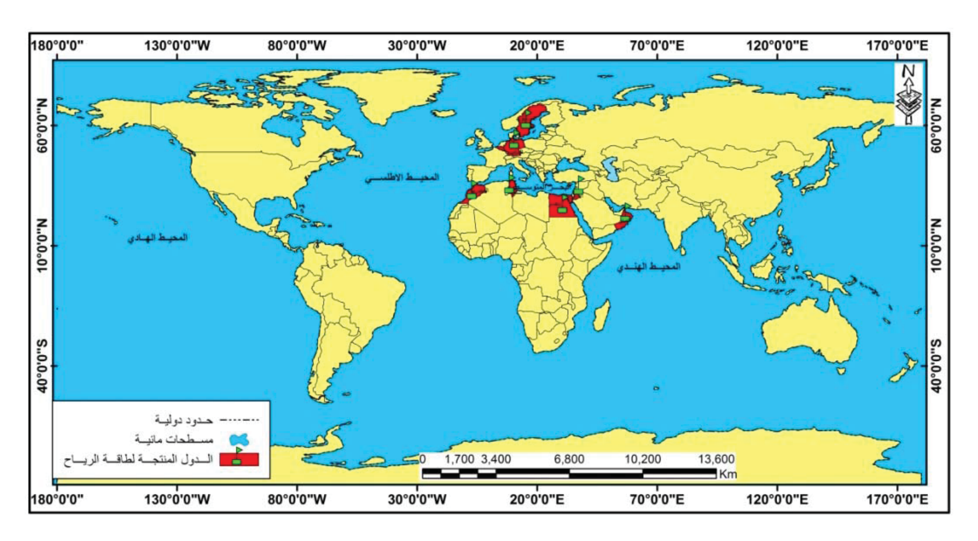
وحاز مشروع محطة "الطفيلة" على تمويل مجموعة من البنوك ومؤسسات التمويل العالمية مثل "مؤسسة التمويل الدولية"، و"بنك الاستثمار الأوروبي"، و"وكالة ائتمان الصادرات الدنماركيّة"، و"صندوق أوبك للتنمية الدولية" (أوفيد)، و"وكالة تسليف الصادرات الدانماركية"، و"البنك العربي الأوروبي"، و"كابيتال بنك الأردني"، و"بنك التنمية الهولندية".

ومن المتوقع أن يحقق مشروع "الطفيلة" عند استكماله نحو 10% من أهداف الحكومة الأردنية في مجال الطاقة المتجددة لعام 2020، وأن يسهم بزيادة إجمالي حجم الطاقة التي يتم إنتاجها في المملكة بنسبة 3%.

وقد استكمل المشروع إجراءاته المالية في نوفمبر 2013، وتم إرساء عقد التصميم والبناء والتشغيل والصيانة الخاصة به على شركة "فيستاس" خلال نفس الشهر. ويمر المشروع حالياً في مرحلة التصميم والبناء، وسيستخدم 38 توربيناً، وتوضح الخريطة(2) التوزيع الجغرافي لطاقة الرياح على مستوى العالم.



الخريطة(2) التوزيع الجغرافي لطاقة الرياح في العالم



إمكانية انتاج استثمار الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية في العراق:-

التطور التاريخي لاستخدام طاقة الرياح في العراق

تتمتع البلدان العربية ومن ضمنها العراق بسرع وكثافة رياح عالية الا ان استغلال هذه الرياح واستخدامها لايزال مقتصرا على بلدان محدودة منها مصر والتي تتميز برياح عالية السرعة خاصة المناطق الساحلية، ويأت العراق بالمركز السابع في معدلات سرع الرياح على مستوى الوطن العربي

ولايوجد استثمار لطاقة الرياح على ارض الواقع بالرغم من توفر جميع المقومات، كما ان العراق من بين هذه الدول الأكثر حاجة لهذه الطاقة بسبب الحاجة المتزايدة والملحة للطاقة الكهربائية منذ عام 1991. وقد شهد عام 2004 افتتاح مركز الطاقة والوقود في الجامعة التكنولوجية بتركيزه على عدة اتجاهات ومنها اتجاهات الطاقة المتجددة وتطبيقات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ودراسة مصادر الطاقة المتجددة كطاقة بديلة في العراق، كما قامت وزارة الكهرباء في نهاية عام 2010 بافتتاح مركز الطاقة المتجددة والبيئة بالتنسيق مع المنظمات والشركات العالمية والوزارات والجامعات العراقية بهدف إدخال الطاقات المتجددة في قطاعي الإنتاج والتوزيع لدعم الشبكات الوطنية وتوفير الطاقة الكهربائية للمناطق النائية البعيدة وبقدرات مختلفة.

العوامل المؤثرة على انتاج الطاقة من الرياح في العراق:-

ان استغلال طاقة الرياح مرتبط كليا بسرعتها والتي يجب الا تقل في المتوسط عن 8ميل في الساعة ولا تزيد عن حد معين تحدد قيمته بحسب نوع الجهاز المستخدم في عملية التحويل وبحسب الارتفاع والمكان الذي سينصب فيه.وتتبع

طاقة الرياح من اختلاف درجات تسخين الشمس للجو ومن عدم استواء سطح الأرض، وتتناسب القوة التي يمكن الحصول عليها من نظام طاقة الرياح مع مكعب سرعة الرياح، كما إن مورد طاقة الرياح متغير من حيث الزمان والمكان.

ان الشمس هي المصدر الاصلي لطاقة الرياح واحد اهم العوامل المؤثرة في توزيعها الزماني والمكاني، حيث تختلف كمية الطاقة الشمسية الواصلة الى الغلاف الجوي من مكان لاخر مما يؤدي الى اختلاف كثافة الهواء والضغط الجوي في المناطق الباردة وينخفض في المناطق الدافئة وينتج عن اختلاف درجات الحرارة والضغط انتقال الهواء من المناطق الباردة ذات الضغط العالي الى المناطق الدافئة ذات الضغط الواطئ، وتؤثر على سرعة الرياح قوة انحدار الضغط وقوة الاحتكاك بسطح الارض والذي يقلل من سرعة الرياح ومقدار طاقتها.

والملاحظ ان الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة يجعلها ضمن خلية هادلي مع خلية فريل (دائرة العرض °30شمالا) اي ضمن منطقة نشوء الرياح العكسية المتجهة شمالا.(سولاف عدنان وزميلتها)

تعتبر سرعة الرياح عن المسافة التي تقطعها جزيئات الهواء المتحركة في وحدة الزمن، كما تعد سرعة الرياح مؤشرا للاحوال الجوية والنشاطات الاقتصادية المختلفة فضلا عن دورها في انتاج الطاقة، ويختلف التوزيع الجغرافي لطاقة الرياح في العراق مكانيا وزمانيا استجابة لاختلاف تركيب الرياح واتجاهاتها. وتمتاز الرياح في منطقة الدراسة بسرع متباينة على مدار السنة بين محطة واخرى كما هو الحال في

اتجاهـات الريـاح وذلـك نظـرا لوقـوع القطـر تحـت تـأثير منظومـات ضـغطية متباينـة ومتعددة.

حيث ان محطة الناصرية سجلت اعلى سرعة رياح بلغت 5.3 م/ثا تليها محطة الحـي 5.3 م/ثا ثم محطة البصرة التي سجلت 5.1 م/ثا، بينما اقل سرعـة ريـاح بلغـت 1.7 م/ثـا في محطـة الموصل، تليها محطة كركوك 1.9 م/ثا. هذا بالنسبة لفصل الصيف، ويرجع سـبب ارتفـاع معـدل سرع الرياح في هذا الفصل الى سيادة الحمل الحراري المرافق لـشدة تـسخين اليـابس فـضلا عـن تعمق المنخفض الحراري الموسمي.

ويمتاز فصل الربيع بارتفاع معدل سرعـة الريـاح عنهـا في بقيـة الفـصول مـع بقـاء الـصدارة لمحطة الناصرية تليها محطتي الحي وبغداد، امـا اقـل سرعـة سـجلتها محطـة الموصـل وكركـوك، ينظر الجدول(6).

الجدول(6) المعدل الفصلي لسرعة الرياح (م/ثا) خلال فصل (الربيع)*

المحطة الشهر	فصل الربيع			
	اذار	نيسان	مايس	المعدل الفصلي
الموصل	1.4	1.5	1.8	1.57
بغداد	3.2	3.2	3.3	3.23
البصرة	4	4	4.2	4.07
الرطبة	3.1	3.1	2.8	3.00
كركوك	1.7	1.9	2.1	1.90
حلة	2.1	1.9	2	2.00
الحي	4	4.1	4.2	4.10

الناصرية	4.1	4.3	4.5	4.30
الديوانية	3.1	3.2	2.9	3.07
المعدل العام	2.97	3.02	3.09	3.03

المصدر: نقلا عن ، سولاف عدنان وزميلتها ، بيانات الرياح للمدة (1980-2013)الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

ومن خلال بيانات الجدول أعلاه يتضح ان فصلي (الصيف) و(الربيع) من اكثر الفصول انتاجا للطاقة الكهروريحية بسبب كثافة سرعة الرياح، فضلا عن ان اغلب المحطات تتوافر فيها امكانية توليد الطاقة الكهروريحية بسبب تزايد سرع الرياح في هذين الفصلين.

وعليه يمكن الاخذ بنظر الاعتبار التوصيات التي جاءت في دراسة إمكانية استثمار طاقة الرياح في العراق وكما يلي:

1.العمل على اعداد كوادر علمية وتبنيها من قبل الدولة تعمل على بناء كادر وطني متخصص في طاقة الرياح تعمل على نقل الخبرة والتقنية اللازمة لاستغلال هذه الموارد وايجاد سبل التعاون العلمي مع دول العالم للاطلاع على تجاربهم وتثقيف الجيل الصاعد حول اهمية الطاقة المتجددة.

2.الاستفادة من طاقة الرياح واستثمارها في مختلف المجالات مثل توليد الطاقة الكهربائية والاستخدامات الزراعية كضخ المياه وتحليتها والتركيز على تطبيقاتها لتنمية المناطق الريفية، اضافة الى استخدامها في تطوير القطاع الصناعي.

3. تشجيع القطاع الخاص واصحاب رؤوس الاموال للاستثمار في مجال طاقة الرياح.

●●●

الفصل الرابع

الطاقة الكهرومائية

•••

●●●

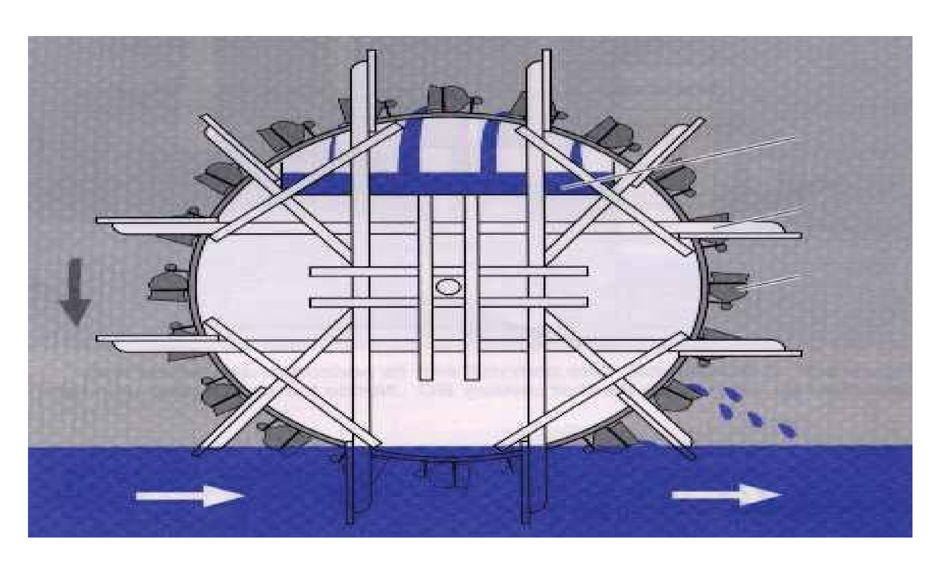
الطاقة الكهرومائية:-

هي الطاقة المستخدمة من حركة المياه المستمرة والتي لا يمكن ان تنفذ كما هو في الانهار وحركة المد والجزر وحركة الامواج وكذلك يستفاد من الفرق الحراري للمياه في توليد الطاقة من المحيطات، ان مصادر الطاقة التي تستعمل الماء متواجدة ومنذ الاف السنين على شكل نواعير ماء وطواحين وان الابداع الاكثر حداثة هو الكهرباء المائية او الكهرباء التي تنتج عن طريق الجريان الماء من السدود وتكون ذات تقنية معروفة ومستخدمة منذ عقود طويلة.

اولا: نبذة تاريخية مختصرة عن الطاقة المائية:-

كان استخدام سرعة جريان المياه من أقدم مصادر الطاقة المستخلصة وذلك لتقليل الأحمال على الإنسان والحيوان ولا أحد يعرف متى تم اختراع الدولاب المائي ولكن منظومات الري كانت موجودة قبل أكثر من 5000 عام ولكن منظومات الري كانت موجودة قبل أكثر من 5000 عام، وإن أقدم جهاز كان اسمه نوركا (Norica) وكان يقوم برفع الماء من نهر الى خزان أو منظومة قنوات، هذا الجهاز استخدم قبل ميلاد المسيح عليه السلام في مناطق الشرق الأوسط والشرق الأقصى، ينظر الشكل(4).

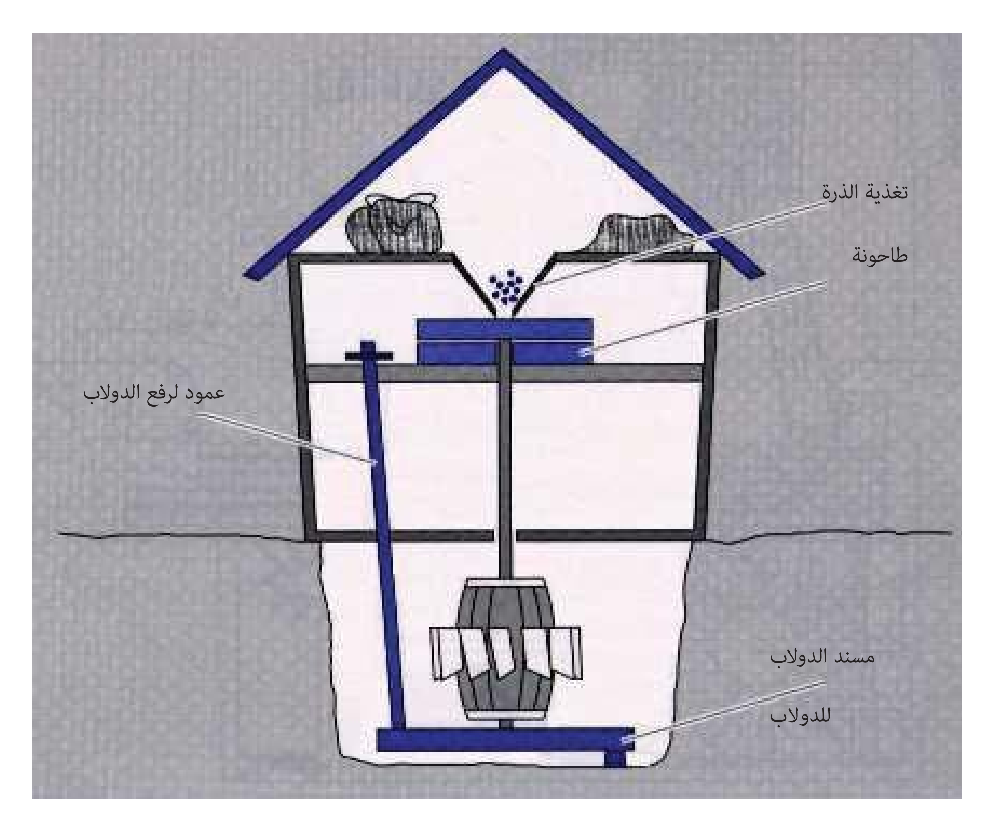
الشكل (4) يوضح دولاب نوركا المائي



اما أقدم طاحونة مائية هي طاحونة الذرة العمودية وتدعى نورس أو الطاحونة الإغريقية، ينظر الشكل(5)، وقد ظهرت في مناطق الشرق الأوسط في القرن الثاني بعد الميلاد، ثم ظهرت بعد عدة قرون في الدول الاسكندنافية، وفي القرون اللاحقة أنشأت مطاحن مائية متطورة في الإمبراطورية الرومانية وما جاورها من دول الشرق الأوسط وأوربا، وكان رفع المياه وطحن الحبوب عملا يوميا في معظم مناطق العالم القديم، وفي القرون اللاحقة تطورت التكنولوجيا وبدأ استخدامها في التعدين وعمل الورق وعمليات متعددة متعلقة بالصوف والقطن.



الشكل (5) يوضح طاحونة نورس



وخلال الفترة ما بين 1650- 1800 ميلادية أجريت عدة بحوث علمية لتحسين أداء دواليب المياه وقد ظهرت عدة تصاميم لدواليب ذات قدرة تتراوح بين حصان واحد و60حصانا للدواليب الكبيرة وقد تم الاستنتاج بأنه للحصول على أعلى كفاءة يجب على الماء لمس الشفرات ومغادرتها بنعومة وأن يعطي كل طاقته الحركية لها.

ثانيا: أنواع الدواليب المائية:-

منذ نهاية القرن الثامن عشر استخدمت ثلاثة أنواع من الدواليب استخدمت ثلاثة أنواع من الدواليب هي:-

1.الدولاب المسير بالدفع السفلي:-

يتحرك الدولاب بواسطة ضغط الماء على الجزء السفلي من الشفرات المغمورة فيه وفي هذا مزايا جيدة إذ يمكن استخدامه في جدول أو ساقية.

2. الدولاب المسير بالدفع العلوي:-

يتحرك الدولاب بواسطة الماء الساقط على الشفرات من الأعلى والشفرات لها جوانب مغلقة تجعلها تبدو كدلو ولا يعاني الدولاب المسير بالدفع العلوي من مشاكل الفيضان لكن له حدود وهو أن فرق الارتفاع بين دخول الماء وخروجه يجب أن يكون على الأقل مساويا لقطر الدولاب وهذا النوع من الدواليب غير ملائم للعمل في الجداول والأنهار ذات التدرج الطبيعي كما أنه يجب أن يتم صنعه بمتانة لمقاومة وزن الماء الساقط من الأعلى.

3.الدولاب المسير بالدفع الامامي:-

لتطوير الاخير للدولاب هو حل وسط بين الدولابين السابقين، فالماء يمر خلال حيطان متوازية ويضغط على الدولاب بمستوى مسار محورة، ولهذا الدولاب حسنات اذ يقوم بتفادي مشكلة الفيضان دون الحاجة الى مستوى ماء مرتفع ومتانة غير اعتيادية خلافا لما هو مطلوب في الدولاب المسير بالدفع العلوي.

ولكن رغم هذه المزايا في الطاقة الكهربائية الا ان هناك عيوب ترافق استخدامها هي:-

ان استثمار القوى المائيـة لتوليـد الطاقـة يـستلزم نفقـات باهظـة تـستعمل البنـاء الـسدود ونصب محطات توليد الطاقة الكهربائية ومد خطوط نقلها مما يجعـل نفقـات انـشائها باهظـة التكاليف.

2. ان بناء السدود والخزانات اللازمة لحجز المياه وخزنها لتوليد الطاقة الكهربائية قـد تـؤثر على مناسيب المياه في الانهار.

ثالثا: مميزات الطاقة الكهربائية:-

انها طاقة المتجددة وليست معرضة للنفاذ فهي تعتمد على الامطـار والثلـوج التـي بانتظـام عل مساحات كبيرة من سـطح الارض ثـم تنـتج مكونـة مـسيلات ومجـاري مائيـة تنحـدر صـوبا المنخفضات.

ان الطاقة الكهربائية تتصف بنظافتها المطلقـة و لا تـسبب تلـوث البيئـة حيـث لا تخلـف فضلات ضارة في الجو بخلاف بقية مصادر التوليد.

سهولة التحكم بمقدار الطاقة الكهربائية المنتجة.

ان تكاليف الوحدة الكهربائية الغير مكلفة مع زيادة القوة الكهربائية الناتجة يـساعد عـلى النهوض بالصناعة لما تحتاجه من طاقة عالية كصناعة الاسمدة والصناعات الكيمياوية.

ان انشاء محطة مائية يكون عادة ضمن مشروع متعددة الاغراض فمثلا محطـة الكهرباء دوكان على الزاب الصغير عند سدة الدوكان على نهر ديالى هـي اجـزاء مـن مشاريع هذه السدود التـي تـستهدف فـضلا عـن توليـد الكهربـاء الـتحكم في ميـاه

الفيضانات ومنع اخطارها وكذلك توفير الثروة السمكية وتطوير السياحة مع التوفير المياه اللازمة لري مساحات واسعة من اراضي البور.

رابعا: التأثيرات البيئية الناتجة عن استثمار الطاقة المائية:-

من اهم مزايا استخدام مصادر الطاقة المائية انها لا تبعث غاز ثاني اوكسيد الكاربون الى الجو وان لها تأثير بسيط جدا على المحيط وهو وزيادة التبخر المائي وبعض التأثيرات على درجة حرارة المنطقة، كما يلاحظ ان زيادة وجود الاعشاب المائية يزيد من انبعاث غاز الميثان لكنة لم يثبت الى حد الان، ان نصب المحطات المائية سبب انبعاث هذا الغاز كما ان هذا الاستخدام لا يسبب أي تلوث ضوضاء ولا يعد سببا لحدوث الانفجارات او الحرائق او انبعاث المواد السامة.

ان التأثيرات البيئية والاجتماعية المتعلقة بالمحطات المائية يمكن تلخيصها بما يأتي:-

التأثيرات الهيدرولوجية: مثل سريان الماء المياه الجوفية تجهيز المياه والري وغيرها.

التأثيرات البيئية: الارض والنبات والحيوانات.

التأثيرات الاجتماعية.

اولا: التأثيرات الهيدرولوجية:-

ان التأثيرات الهيدرولوجية ستكون مؤثرة بالطبع على البيئة وعلى المجتمع المحلي وخاصة في حالة نصب المحطات الكبيرة، حيث تقوم هذه المحطات بتبديل اوضاع مصادر المياه وتحويل الجدول المائي جبلي الى ماء يمر في انبوب هو تحويل له التأثيرات ولو بسيطة على المنطقة كما ان خزن الماء في خزان ماء كبير يقلل كمية المياه الجارية

بسبب التبخر العالي من الخزان ومن امثلة هذه التأثيرات ان احد الخزانات قد اثـر عـلى توزيـع المياه الجوفية في المناطق المجاورة كما ان نضوب نهر الكلـورادو ادى الى نقـص كميـات المناسـبة من المياه عند وصوله الى بداية خليج كاليفورنيا.

ثانيا:- تاثيرات السدود:-

ان أي مباني كبيرة في أي منطقة لابد ان يكون لها تأثير على البيئة وذلـك لان عمليـة البنـاء تؤدي الى حدوث معكرات واسعة ومع ان عملية بناء السد تستغرق بعض الـسنوات فقـط فـان تأثيراتها على البيئة تمتد الى اكثر من ذلك وحتى عندما تنتهي هذه التأثيرات فان التغيير من بيئة مناسبة للزهـور والمزروعـات والحيوانـات الاليفـة الى بيئـة مناسـبة للأسـماك والقـوارب سـيكون مختلفا كما ان هناك تأثيرات اخرى كالتي احدثها سد اسـوان في مـصر اذ ان الاراضي بعـد اقامـة السد لم تحصل على التربة الجيدة والمواد الغنية الناتجة عن فيضان النهر ان منظومة الـري التـي كانت مستخدمة منذ فترات طويلة المعتمدة على هذه الظاهرة الطبيعية.

خامسا: انتاج الكهرباء المائية في العالم:-

تمثل الكهرباء طاقة منتجة او قابلة للإنتـاج وذلـك مـن مـصادر اوليـة للطاقـة قـد تكون متجددة او قابلة للنضوب ومن جملة هذه المصادر المتجددة الميـاه اذا تزامنـت تكون اهمية زيادة الموارد المائية مع تطور تقنيات توليد للطاقة الكهربائية منها وذلـك لأنها تعد اهم صـيغة مـن صـيغ اسـتثمار الطاقـة الكامنـة في الميـاه والـشمس وبـاطن الأراض والرياح والفحم والغاز الطبيعـي والـنفط والطاقـة الذريـة والتـي تعـد صـناعة الكهرباء وكذلك صـناعات اخـرى متعـددة اخـرى فهـي ايـضا تعـد اساسـية لفعاليـات اقتصادية اخـرى كالاسـتعمالات الحـضرية والزراعيـة واهـم مـن كـل هـذه انهـا طاقـة

نظيفة وسهلة في الاستثمار ويسهل نقلها بواسطة الاسلاك الكهربائية والمحولات ولاسيما ان الطاقة الكهربائية ارخص وانظف مصادر الطاقة مما يعمل على تخفيف تكاليف الانتاج ويرتبط انتاج الطاقة الكهرومائية لتوفير قوة معينة لسقوط المياه على ان تكون قادرة على ادارة التوربينات المولدات التي تولد الطاقة الكهربائية اذ ان مستلزمات اقامة مثل هذه المنشآت يتطلب توفير مواصفات طبيعية الموقع قد تكون في اجزائها العليا او عند منابع الانهار اذ تكون شدة التيار قوية وذلك بسبب انحدار اودية الانهار كما هو واضح في المناطق الجبلية والهضبية ويتطلب ايضا ان يكون النهر دائم الجريان واذ مياه غزيرة طيلة ايام السنة فضلا عن ذلك لا بد ان يكون موقع السد ذا تكوين مستقر وان تكون درجة حرارة الجو معتدلة بحيث لا تصل الى مرحلة الانجماد الذي يؤدي بدورة الى توقف المياه عن الجريان ومن ثم توقف التوربينات عن التوليد ويتطلب ايضا توفر رأس المال الكافي وجهد بشري قادر على ادارة كل عمليات الانتاج واستيعابها بالطرق العلمية الحديثة وقد عمدت الدول التي تمتلك مجاري مائية دائميه الى تشيد السدود واقامة المحطات الكهرومائية لتوليد الطاقة الكهربائية ونقلها الى مناطق الاستهلاك كما في المانيا وسويسرا والسويد ومصر والعراق وان مدى استثمار الموارد المائية في أي دولة يعتمد على امكانيات تلك الدول اذا ان اكثر الدول العالم استثمارا للموارد المائية هي الدول الاوربية واقلها دول افريقيا ومن متابعة تطور استثمار الطاقة الكهرومائية في العالم يظهر ان العالم بدا باستثمار منذ بداية القرن الماضي حتى وصل الاستهلاك الى ما يزيد عن 63410 ميكا واط في منتصف العقد السابع من القرن الماضي.

●●●

تأتي قارة اوربا في مقدمة قارات العالم في انتاج الكهرباء المائية حيث يبلغ نصيبها نحن 29% من اجمالي الانتاج الانتاج الكهرباء المائية في عام 2000م وقد ساعد على هذا العديد من العوامل الجغرافية والتي من اهمها موقع القارة الاوربية وظروفها المناخية والتضاريسية التي ساعدت بدرجة كبيرة على وجود مجموعة من الانهار تكثر فيها المساقط المائية الطبيعية والصالحة لتوليد الكهرباء فضلا عن التقدم التكنولوجي والاقتصادي وتوفير رؤوس الاموال وزياد الطلب على الكهرباء كلها عوامل ساعدت ايضا على ارتفاع نصيب القارة الاوربية من انتاج الطاقة الكهربائية ولعلنا نستطيع ان نضيف ان نقص البترول والغاز الطبيعي كانت من العوامل التي دفعت الدول الاوربية نحو التوسع في الاعتماد عل الكهرباء المائية وتنتشر محطات توليد الكهرباء المائية في معظم الدول الاوربية.

وتأتي امريكا الشمالية في المركز الثاني من بين قارات العالم في انتاج الكهرباء المائية حيث يقدر نصيبها بنحو ربع الانتاج العالمي وساعد عل ذلك وجود مجموعة كبيرة من الانهار والبحيرات الطبيعية ذات المساقط الملائمة لتوليد الكهرباء وعلى رأسها نهري المسيسبي وسانت لورنس والبحيرات العظمى.

وتحتل اسيا المركز الثالث بين قارات العالم في توليد الكهرباء المائية حيث يقدر نصيبها بنحو 225 من الاجمالي العالمي ويتم توليد الكهرباء من مجموعة الانهار ويعد نصيب الفرد من الكهرباء محدود مقارنة بحجمها السكاني.

وتأتي امريكا الجنوبية في المركز الرابع بين قارات العالم في توليد الكهرباء المائية ويرع ذلك لوجود مجموعة الانهار هامة الامازون والبلاتا.

●●●

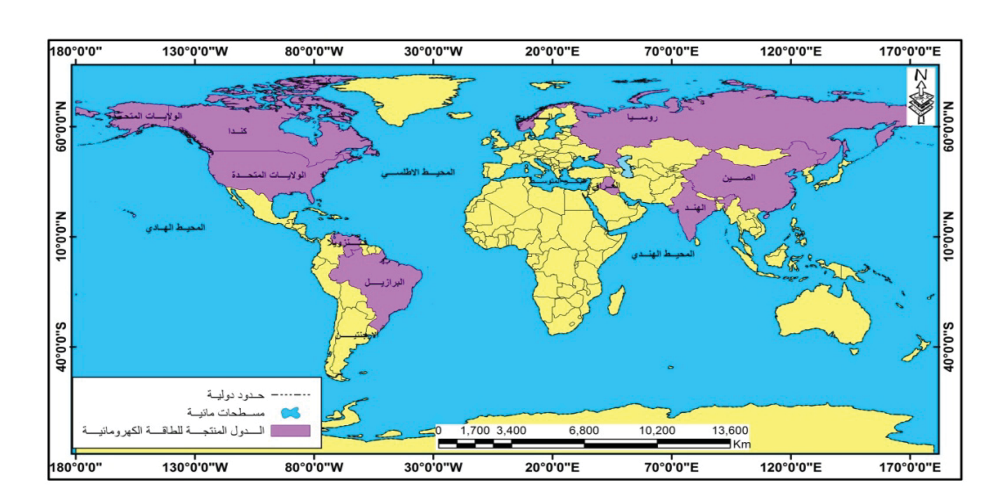
اما قارة افريقيا تأتي بالمركز الخامس بين قارات العـالم في توليـد الكهربـاء المائيـة اذا لم يزيـد نصيبها عن حوالي 3% من اجمالي الكهرباء المائية المولدة في العالم الا ان القارة تمتلـك امكانيـات هائلة لتوليد الكهرباء المائية لا سيما في حوض زائير الـذي لـه امكانيـات عاليـة لتوليـد الكهربـاء المائية في العالم.

أما على مستوى الوحدات السياسية فتأتي كندا بالمركز الاول بين دول العالم في انتاج الكهرباء حيـث يقـدر نـصيبها بنحـو 13% مـن اجـمالي الانتـاج العـالمي وفي المركـز الثـاني تـأتي البرازيـل التي تساهم بنحـو 11% مـن اجـمالي انتـاج الكهربـاء في العـالم وتـشكل المائيـة نحـو 88% مـن الكهرباء المولدة في البرازيل ويعود ذلك الى وجود نهر الامازون الذي يعد مـن اكـبر الاحـواض في العالم.

اما الولايات المتحدة الامريكية فتحتل المركز الثالـث بـين دول العـالم في انتـاج الكهربـاء المائية حيث ان مجموعة كبيرة من الاحواض المائية الهامة الى جانـب البحـيرات العظمـى ولا شك ان التقدم الكبير ساعد ايضا الى استغلال امكانيات المتاحة وتأتي الصين بالمركز الرابع بـين الدول في العالم في توليد الكهربـاء المائيـة حيـث يقـدر نـصيب الفـرد بنحـو 8% مـن اجـمالي الانتاج العالمي ومن المتوقع زيادة انتاج من الكهرباء خلال السنوات القادمة حيـث خططـت الصين لمجموعة من المشروعات المستقبلية اقامتها على نهر اليانجستي في حـين تحتـل روسـيا المركز الخامس بين دول العالم في انتاج الكهربائية المائية وبنسبة تقدر بنحو 6% مـن اجـمالي الطاقة وهناك الدول الاخرى التي تحتل المراكز المتبقية مثل الـنرويج وفرنـسا وكـذلك اليابـان والهند، وفنزويلا، ينظر الخريطة(3)، وعلى ضـوء مـا تقـدم ان العـراق مـن بـين الـدول التـي

اخذت تهتم بمصادر الطاقة لتساعد الصناعة بشكلها الحديث الذي يحتاج الى اهـتمام كبـير مـن قبل المسؤولين وبذات في مجال الطاقة الكهرومائية والتي تعد من اهم المصادر الطاقة المعروفـة مقارنة بالانواع الاخرى من الطاقات وبالاعتماد على نهرين دجلـة والفـرات وروافـدهما الدائمـة الجريان في أنتاجها عن طريق بناء السدود ومنها سد حديثة والفائدة التي يمكن أن يعطيها هذا السد بالنسبة للإقليم بشكل خاص والعراق بشكل كامل.

الخريطة(3) التوزيع الجغرافي للطاقة الكهرومائية في العالم



سادسا: نموذج عن استثمار الطاقة المائية في العراق:-

يقع سد حديثـة عـل نهـر الفـرات في محافظـة الانبـار غـرب العـراق في الاراضي التابعة لقريـة (البـارج) عـلى بعـد (7كـم) شـمال مدينـة حديثـة، وان فكـرة انـشاء مشروع سد حديثة على نهر الفرات تعود الى عام 1975 اذ تقدمت شركة تكنو بـروم السوفيتية بالتنسيق مع وزارة الري العراقيـة واجـرت العديـد مـن الدراسـات حـول المشروع وكان اخرها الدراسة المعدة في عام 1975 والتـي تـضمنت الجوانـب الفنيـة

والتفصيلية فضلا عن التصاميم الى تخص المشروع وقد بدأ العمل الفعلي في عام 1978 وانجـز في الاول من كانون الثاني عام 1986 علما ان السد بدأ بخزن المياه قبل هذا التاريخ بعد ان تم بنـاء المحطة الكهرومائية والسد الخرساني، لقد كان الانشاء هذا السد ضرورة قـصوى بعـد ان اخـذت تركيا وسوريا تتحكم بمياه النهر وبناء السدود على نهر الفرات كسد كيبـان في تركيـا والطبقـة في سوريا مما عرض مياه النهر الفرات الواصلة الى العراق للنقص الكبـير لاسـيما في موسـم الـصيهود هذا بالتأكيد ينعكس على الجانب البشري والاقتصادي

ويهدف هذا المشروع الى تحقيق العديد من الاغراض الاقتصادية:-

حجز المياه الواردة الى القطر وخزنهـا خـلال موسـم الفيـضانات والتـصرف بهـا خـلا اوقـات الصيهود او عند الحاجة وبالتنسيق مع منظومة بحيرة الحبانية وابي دبس.

توليد الطاقة الكهربائية الرخيصة لسد حاجة المنطقة والبلد.

3. تشغيل الايدي العاملة من خلال فرص عمل لسكان المنطقة.

4. تكوين مراكز مهمة لاغراض السياحة والترفيه عل شواطئ الخزان.

5. تنظيم التصريف المائي لنهر الفرات بشكل دقيق عـلى مـدار الـسنة في المنـاطق الوسـطى والجنوبية من العراق.

6. توفير المياه اللازمة لري المحاصيل الزراعية في حوض الفـرات داخـل العـراق وعـلى مـدار السنة بشكل الذي يساعد على زيادة الرقعة الزراعية افقيا وعموديا.

7. التقليل من الترسبات في وسط العراق وجنوبه والتي تحملها مياه النهر الفرات من خـلال نظامها المائي.

●●●

8. تشجيع وتطوير حركة الملاحة النهرية في نهر الفرات من خلا تنظيم عملية الجريان المائي في النهر.

9. تشجيع تربية الثروة السمكية في الخزان مما يضيف موارد اقتصادية كبيرة للسكان المنطقة وقد اتبعت ثمار هذا الانجاز سنوات التي عقبت انشاء السد اذ تتكون الاعمال الرئيسية لمشروع سد حديثة من ثلاثة اشكال مترابطة والتي هي:-

السد

الخزان

المحطة الكهربائية

ان وزارة الموارد المائية هي التي تحدد كمية تصريف المياه وبالاتفاق مع السيطرة الوطنية التابعة لوزارة الكهرباء وان كمية الطاقة المطلوبة تحدد استنادا الى مخططات خاصة وعلى ضوء ذلك يتم الانتاج بشكل منظم وفق الخطة المرسومة له بالاتفاق بين الوزارتين المذكورتين ولكن هذا الانتاج يختلف باختلاف المنسوب صعودا ونزولا وتعد الكهرباء شكلا من اشكال الطاقة وتوجد باستخدام مصدر او اكثر من المصادر المولدة لها وتتولد الكهرباء من محطات مائية وتوولد ايضا من محطات حرارية وتختلف الواحدة منها عن الاخرى في مكان وجودها كما تختلف في تكاليف انشائها وتكاليف تشغيلها، ان دخول الكهرباء كمصدر جديد للقدرة وللخصائص التي تتميز بها احدث ثورة في ميدان الصناعة واحدث تعديلات بارزة في تركيبها القائم.

ونظرا لقابليتها للنقل والتوزيع السريع بسهولة انها تستطيع ان تمد في استخدام مصدرها وتنتشر الصناعات التي تعتمد عليها عدة مئات من الكيلو مترات من كل

الاتجاهات وهي بهذا تقيم الصناعات في اماكن جديدة لم تكن خاضعة من قبل لنفوذ مصدرها ونظرا لما تتمتع به الطاقة الكهرومائية من الطاقة المثالية في اجزاء بعض العمليات الصناعية فأنها تكون وافره ورخيصة وذات تكاليف قليلة بالإضافة الى نظافتها لذلك يلاحظ ان اغلب الدول في العالم وخصوصا التي تمتلك مصادر مائية ذات مواصفات محددة لسرعة الجريان المياه والتضاريس المعقدة والشلالات وغيرها تقوم انشاء محطات الطاقة الكهرومائية على السدود والخزانات المائية في توفير الطاقة الكهربائية في مختلف المجالات الصناعية او الاستخدامات المدينة والتي اصبحت مهمة ولا يمكن الاستغناء عنها.

والطاقة الكهرومائية التي تتولد من سد حديثة لها اهمية كبيرة في تزويد المنطقة بالطاقة الكهربائية وقيام الكثير من المشاريع الصناعية والزراعية التي تعتمد عليها فضلا عن روافد المحافظة وبغداد وبيجي والطاقة الكهربائية ولابد من ان نشير الى جذب الايدي العاملة الفنية للعمل لهذا المشروع لذلك فان انعكاس وجود الطاقة الكهرومائية في سد حديثة كان ايجابيا على قضاء حديثة ومناطق المحيطة بها وان سد حديثة كان ايجابيا ساعد على تشغيل عدد كبير من الموظفين في جميع الدوائر التابعة له من المهندسين والاداريين وفنيين وغيرهم اذ بلغ عددهم جميعا 850 موظفا والذي ساعد على رفع معدل دخل الموظف الشهري وتحسين القدرة الشرائية له والذي انعكس بدوره على تحسين اقتصاد السوق وتنشيط حركته من مختلف المجالات نتيجة اقبال الموظفين على شراء ما يحتاجونه من مواد سواء ان كانت غذائية او منزلية او غير ذلك من احتياجاتهم.

●●●

الفصل الخامس

طاقة المد والجزر

طاقة المد والجزر Tide and Ebb Power:

تعد حركة المد والجزر إحدى الظواهر الطبيعية التي تحدث في البحار والمحيطات على سطح الكرة الأرضية ويعرف ايضا بانه تغيرات دورية لمستوى سطح البحار والمحيطات، بفعل تأثير قوة جاذبية القمر والشمس. فالمد هو ارتفاع الماء في الأحواض المكونة للبحار والمحيطات والجزر هو العكس أي انحسار الماء.

هناك قوتان أساسيتان مسؤولتان عن حدوث المد والجزر هما:-

1. قوة الجذب والطرد المركزي للأرض نتيجة لدورانها حول محورها.
2. قوة الجذب المتبادلة بين الأرض والقمر من ناحية وبين الأرض والقمر والشمس من ناحية أخرى.

ان الأرض تدور حول محورها فتتولد قوة طرد وجذب لأشياء على سطحها وبما أن الماء كتلة مرنة فهو يستجيب لتلك القوى ونجد أن عامل الشمس يعمل على تقوية أو إضعاف قوى القمر فتحرك قوى المد كتل المياه الغاية في الضخامة ولتخيل ذلك قام العلماء بأبحاث على ظاهرة المد والجزر في خليج فندي فوجدوا أن حوالي 100 مليون طن من المياه تتحرك يوميا وتتأثر بقوى المد والجزر، والجدير بالذكر أن كلاً من الشمس والقمر يؤثران في ظاهرة المد والجزر ولكن بنسب مختلفة وليس كما هو معلوم عند البعض أن سبب هذه الظاهرة القمر فقط، حيث تبلغ نسبة تأثير القمر 70% ونسبة تأثير الشمس30%.

●●●

اولا: انواع المد:-

تتنـوع الظـاهرة نتيجـة لعـد عوامـل مـن اهمهـا هـو دوران الارض، وموقعهـا بالنـسبة للشمس والقمر ينظر الشكل (6) ومن انواع المد هي:-

أ. المـد العــالي (Spring Tide): ويحـدث مـرتين شـهريا الاولى عنـدما يكـون القمـر محاق (هلال) (NewMoon) وهذا في بداية الشهر العربي وفيها يكون القمـر والارض والـشمس الثلاثة علي استقامة واحدة اي علي خط واحد فتتحد قوى المد بتداخل القوى ويكون القمر بـين الارض والشمس. والثانية عندما يكون القمر بدرا (Full moon) ويكون الثلاثة علي خـط واحـد ولكن هذه المرة الارض تقع بين الشمس والقمر أي لا يوجد اتحاد في القوى ويكون المد اقل مـن الحالة الاولى.

ب. المد المنخفض او المحاقي (Neap Tide):وفيه تكون الارض والـشمس عـلي خـط واحـد ولكـن القمـر يكـون عمـودي عـلى الارض أي يـشكل زاويـه قائمـه "“Right Angle مـع الارض ويحدث ذلك في بداية الاسبوع الثاني وبداية الاسبوع الرابع من الشهر العربي ويقـل ارتفـاع المـاء بسبب تشتت القوى.

ج. المد اليومي (Tide Day).

ويقسم الى

المد النصف يومي ويتكون من مدين وجذرين متساويين في الارتفاع والانخفاض علي التوالي في نفس اليوم القمري كما يحدث بالبحر الاحمر والخليج العربي وان كان الأمر في الخليج العـربي اعقد.

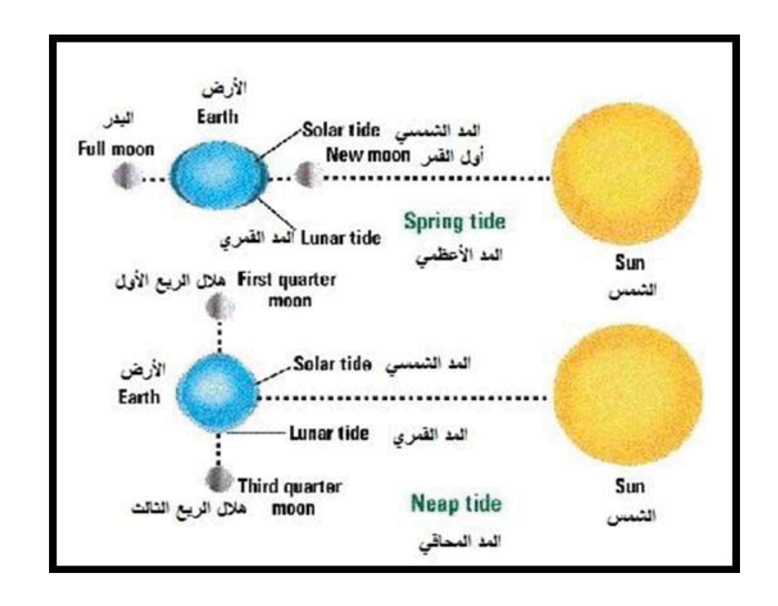
المد اليومي يتكون من مد واحد يليه جذر واحد في نفـس اليـوم القمـري كـسواحل الاسـكا وخليج المكسيك.

●●●

3. المد المختلط ويتكون من مدين وجزرين متتالين في اليوم القمري الواحد ولكن دائما المد الاول اعلى ارتفاعا من المد الثاني والجزر الاول يكون الماء فيه اكثر انحسارا من الثاني ويحدث ذلك في المحيط الهندي والاطلسي. في البحر الاحمر يأخذ المد 6 ساعات فلكيه يليه الجزر 6 ساعات ثم مد ثم جزر وفي كل دوره يتقدم40 دقيقه عن ميعاده فمثلا المد اليوم بدأ الساعة 12 ظهرا غدا يبدأ 11 و20 دقيقه.

وطاقة المد والجزر أو الطاقة القمرية هي نوع من طاقة الحركة التي تكون مخزونة في التيارات الناتجة عن المد والجزر، الكثير من الدول الساحلية بدأت الاستفادة من هذه الطاقة الحركية لتوليد الطاقة الكهربائية وبالتالي تخفيف الضغط عن محطات الطاقة الحرارية، والنتيجة تخفيف التلوث الصادر عن المحطات الحرارية التي تعمل بالفحم أو بالبترول.

الشكل (6) انواع المدود



المصدر: **www.robedwards.com/2009/04**

●●●

ثانيا: الانتقادات لنظريات تكوين الظاهرة:-

يقول علماء الفلك أنّ المدّ والجزر ناتج عـن الجاذبيّـة الّتـي في القمـر فتعمـل في ميـاه البحر فترتفع تارةً فيكون المدّ، وتـنخفض تـارةً فيكـون الجـزر إنّ هـذه النظريّـة خطـأ، ولا تـأثير لجاذبيّة القمر على مياه البحار، والدليل على ذلك ما يأتي:

1. إنّ جاذبيّة الأرض أقوى من جاذبيّة القمر بأضعاف فالأرض أكبر من القمر بخمسين مرّة.

2. إنّ جوف الأرض ساخن ملتهب وإنّ جوف القمر بارد لا حرارة فيه، وإنّ سبب الجاذبيّـة هي الحرارة.

3. إنّ المياه مجذوبة للأرض لأنّهـا فوقهـا وإنّ القمـر يبعـد عنهـا كـلّ البعـد، فكيـف تكـون جاذبيّة القمر أقوى تأثيراً على المياه من جاذبيّـة الأرض فتجـذب ميـاه البحـار التـي هـي تحـت سيطرة جاذبيّة الأرض، على أنّ القمر بعيد عنها وأصغر من الأرض بخمسين مـرّة وجوفـه بـارد لا حرارة فيه تؤهّله للجاذبيّة، فلو كان للقمر تـأثير عـلى ميـاه البحـار لكـان أولى بميـاه الأمطـار أن تنجذب إليه قبل نزولِها إلى الأرض إذْ أنّها أقرب إليه من مياه البحار.

أمّا سبب المدّ والجزر فهو دورة الأرض حول محورها المائـل، اذ تنحـدر الميـاه إلى المكـان المنخفض فيكون فيه مدّ، ويكون في الجهة المرتفعة جزر، ثمّ تعود المياه إلى أماكنهـا عنـد إكـمال دورة الأرض فترتفع المنطقة التي كانت منخفضة وبذلك يتبـادل المـدّ والجـزر. ولهـذا الـسبب لا يكون في بعض البحار مدّ وجزر لأنّها واقعة عند خطّ الاستواء والدليل عـلى صحّة ذلـك حـدوث المدّ والجزر مرّتين في اليوم لا أكثر، وذلك على قدر الدورة المحوريّـة لـلأرض لأنّهـا تكمـل دورتّهـا بمدّة 24 ساعة.

●●●

ثالثا: طرق توليد الكهرباء من ظاهرة المد والجزر:-

يمكن توليد الطاقة بواسطة المد والجذر اما عن طريق انشاء الحواجز المدية وتدعى بالطريقة الشاطئية، او عن طريق نصب عنفات تشبه العنفات الريحية ولكنها تكون تحت الماء وتدعى بالطريقة البعيدة عن الشاطئ، الطريقة الأولى صعبة ومكلفة وتسبب تغيير في التيارات البحرية مما قد يشكل اخطار بيئية، أما الطريقة الثانية فهي مماثلة للعنفات الريحية ولكن مع الاخذ بالاعتبار أن كثافة الماء أكثر من كثافة الهواء مما يغير استطاعة التوليد ولكن مساوئ هذه الطريقة هي الكلفة التأسيسية المرتفعة.

1 - الطريقة الأولى (الطريقة الشاطئية)

وهي طريقة بناء السدود كما هو منفّذ في محطة Rance بفرنسا والتي بُنيت عام 1966 وتعمل بقوة 240 ميكا واط. بُني هذا السد للتحكم في التيارات الناتجة عن المد والجذر وتوجيه هذه التيارات بطريقة تمر في فتحات التوربينات أو المراوح وبالتالي تدويرها والحصول على الطاقة، هذه التوربينات شبيهة بالمرواح، ينظر الصورة (15)، والتي تُستخدم لتوليد الطاقة من الريح ولكن في هذه المحطة ثبتت 24 مروحة على سد بطول إجمالي قدره 750 متر، ينظر الصورة (16)، ويحجز 184 مليون متر مكعب من الماء كل مروحة متصلة بتوربين يولد قوة 10 ميكا واط من الكهرباء. وقد بُني هذا السد عند مصب نهر الرانس، تُنصب هذه المراوح تحت سطح المياه في فتحات وبفعل التيارات المائية تدور هذه التوربينات وعبر ناقل الحركة نقوم بمضاعفة عزم الدوران ومن ثم نستفيد من هذا العزم لتحريك المولد وبفعل الحقل المغناطيسي يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية.

●●●

الصورة (15) العنفات التي تستخدم في توليد طاقة المد والجزر



المصدر:www.robedwards.com/2009/04

الصورة (16) السدود المقامة على الانهار التوليد الطاقة الكهربائية



المصدر:www.robedwards.com/2009/04



يمكن أيضاً تدوير هذه التوربينات بواسطة الطاقة الفائضة من المحطات الأخرى ساعة الطلب الخفيف على الكهرباء، لإعادة ملئ الأحواض بالماء، وإعادة استخدام الماء لتوليد الكهرباء في أوقات الذروة، ولكن استخدام هذه التكنولوجيا تعتمد على وجود الأماكن المناسبة عند مصبات الأنهار مثلا أو في مضايق البحار، وهناك تقام السدود لاستخدامها، وللاستفادة من تيارات المد والجذر التي هي بطبيعة الحال ذو اتجاهين، لابد من تركيب المروحة على رأس متحرك ليتناسب مع اتجاه التيارات وبالتالي رفع نسبة الاستثمار، ويميز هذه التكنولوجيا اذا ما قورنت بتكنولوجيا توليد الطاقة من الريح ان كثافة المياه أعلى من كثافة الهواء، وبالتالي يكون توليد الطاقة من الجزر للمروحة الواحدة أعلى عنه بالمقارنة بتوليد الكهرباء بواسطة الرياح، ويتم ذلك عند سرعة دوران منخفضة من خلال استخدام ناقل الحركة.

تبعت المحطة الفرنسية التي تعمل بالمد والجذر، محطة بكندا عام 1984 عند منطقة نوفاسكوتيا بقوة كهربائية قدرها 20 ميكا واط، كما بنت الصين عام1986 في ولاية كسينجيانج محطة بقوة 10 ميكا واط، وأكبر محطة تضم 10 مولدات كهربائية، يولد كل منها طاقة كهربائية قدرها 26 ميكا واط،أي بقوة كلية 260ميكا واط تـُبنى حاليا ً في سيهوا بكوريا الجنوبية، وفي إنجلترا توجد تحت التخطيط محطة عملاقة عند مصب نهر سيفرن Severn.

●●●

بـين كـاردف ومدينـة بريـستول بــ 216 تـوربين سـوف تولـد 8500 ميكـا واط، وسـوف تغطي 5 % من احتياجات إنجلترا من القوة الكهربائية، إلا أن ذلك المشروع يواجه معارضة مـن قبل جماعات المحافظة على البيئة.

رابعا: أجزاء محطات المد الجزرية:-

إن مبدأ عمل المحطات المدية الجزرية يشبه إلى حد ما المحطات المائيـة إلى أن الـسد في محطة المد والجزر أكبر بكثير من المحطة المائية، وتتكون المحطة المديـة الجزريـة مـن المكونـات الرئيسية الآتية، شكل (7).

أ. الحوض المدي أو المـصب: إن إيجاد المكان المناسب الذي يحتوي على المـصب ضروري لنجـاح هذه المحطة وهذا المصب لا يكون من صنع الإنـسان وإنمـا يكـون طبيعيـا. وان الحـوض المـدي يكون ميزة جغرافية وليس من السهولة إيجـاده أو تـصنيعه فالمـصب المناسـب يجـب أن يكـون مجسماً ضخما من الماء المحاط كليا بالأرض مـع فتحـة صـغيرة إلى البحـر إن كميـة الطاقـة التـي يمكن توليدها من هذه المحطة يتبع لحجم المصب فكلما زاد حجم المصب تزيد كمية الطاقة.

ب. الحاجز المدي: هذا الحاجز يبدو مثل الحائط الذي يفصل الحوض المدي عن باقي البحر أسفل هذا الحاجز يكون مثبتا على قاع البحر وقيمة هذا الحاجز تكون فوق أعلى مستوى يمكـن أن يصل إليه الماء من المد الأعظمي، ان الحاجز المدي يؤدي غرض قطع مياه البحـر عـن المـاء في مصب النهر لذا فالماء يمكن أن يحصر بطريقة أو أسلوب مفيد من أجـل أحـداث الطاقـة المديـة وهذا ماسنبحثه في عمل العنفات المدية.

ج. بوابات التحكم: وهي مناطق من الحاجز يـستطيع المـاء أن يتـدفق بحريـة مـن وإلى خارج المصب. هذه البوابات ليست مفتوحة بـشكل دائـم حيـث يـتم الـتحكم بهـا

بواسطة مشغلي مركز الطاقة لتحديد التدفق المناسب من الماء إلى العنفات المدية وهذه البوابات ليس لها موقع محدد على الحاجز المدي، البعض منها يكون محددا بشكل مباشر أمام وخلف العنفات المدية ويسمح للماء بالتدفق خلال العنفات وتوليد الكهرباء والبعض الأخر يكون بعيدا عن العنفة للسماح لمشغلي المركز بملء أو إفراغ المصب عند الرغبة.

د. العنفات المدية: هذه العنفات مرتبة ضمن الحاجز المدي وتستقر بالقرب من قاع أرضية البحر وتصمم هذه العنفات بأسلوب مماثل للعنفة البخارية. تقع العنفات بين موضع بوابات التحكم على كلا المصب وجانب البحر من الحاجز المدي عندما تفتح هذه البوابات يندفع الماء خلالها إلى العنفات ليسرع الشفرات وتوليد الكهرباء.

الشكل (7) اجزاء محطة المد

المصدر: **www.robedwards.com/2009/04**

اما من حيث نوع العنفات هناك تصميمان لمراكز توليد الطاقة المدية.

أ. وحيدة التأثير: وهذه المراكز تولد الطاقة من تدفق الماء عبر العنفات في اتجاه واحد فقط وشأنها شأن العنفات البخارية حيث لا تستطيع العمل عندما يدور البخار باتجاه معاكس، لا تستطيع العنفات في هذه المراكز العمل إلا عند مرور الماء في اتجاه واحد فقط، عندما ينخفض مستوى الماء في البحر بشكل مناسب تفتح بوابات التحكم المتمركزة أمام وخلف العنفات حتى يجبر الماء على التدفق من خلال العنفة وتتسارع الشفرات لتوليد الكهرباء تغلق بوابات التحكم عندما يصل مستوى الماء في المصب إلى مستوى الماء المدي المنخفض في البحر يعود مستوى الماء في البحر للارتفاع بالمد العالي وتبدأ دورة ثانية وهكذا.

ب. ثنائية التأثير: تعمل العنفات ثنائية التأثير بنفس مبدأ الوحيدة التأثير تقريباً تبدأ الدورة كدورة وحيدة التأثير مع أن مستوى الماء في المصب ينخفض ويرتفع مستوى الماء في البحر بالشروط المدية، تفتح بوابات التحكم أمام وخلف العنفات لذلك يندفع الماء خلال العنفات لتوليد الكهرباء، عندما يصبح مستوى الماء داخل المصب بنفس مستوى الماء في البحر تغلق بوابات التحكم. يبقى مستوى الماء في المصب مرتفع والماء في البحر سوف يصل لحالة المد المنخفض، عندما ينخفض مستوى مياه البحر بما فيه الكفاية يعاد فتح البوابات أمام وخلف العنفة ويتدفق الماء خارج المصب من خلال العنفات فتولد الكهرباء عند مرور الماء على الشفرات في الاتجاهين وهذا ابتكار جديد في تقنية الطاقة المدية حيث تصمم الشفرات للفتل والتسريع بنفس الاتجاه بغض النظر من اتجاه تدفق الماء عليها ويبين الشكل التالي

الدورة المدية للعنفات ثنائية التأثير، وبالمقارنة بين هذين النوعين نجد انه من البديهي بان العنفات ثنائية التأثير سوف تولد كمية من الطاقة أكبر بمرتين من الطاقة التي تولدها العنفات أحادية التأثير ولكن عمليا لا يمكن للعنفات ثنائية التأثير أن تولد هذه الكمية بسبب ضياعات الوقت بسبب إغلاق وفتح بوابات التحكم ثنائية التأثير.

2. الطريقة الثانية (الطريقة البعيدة عن الشاطئ).

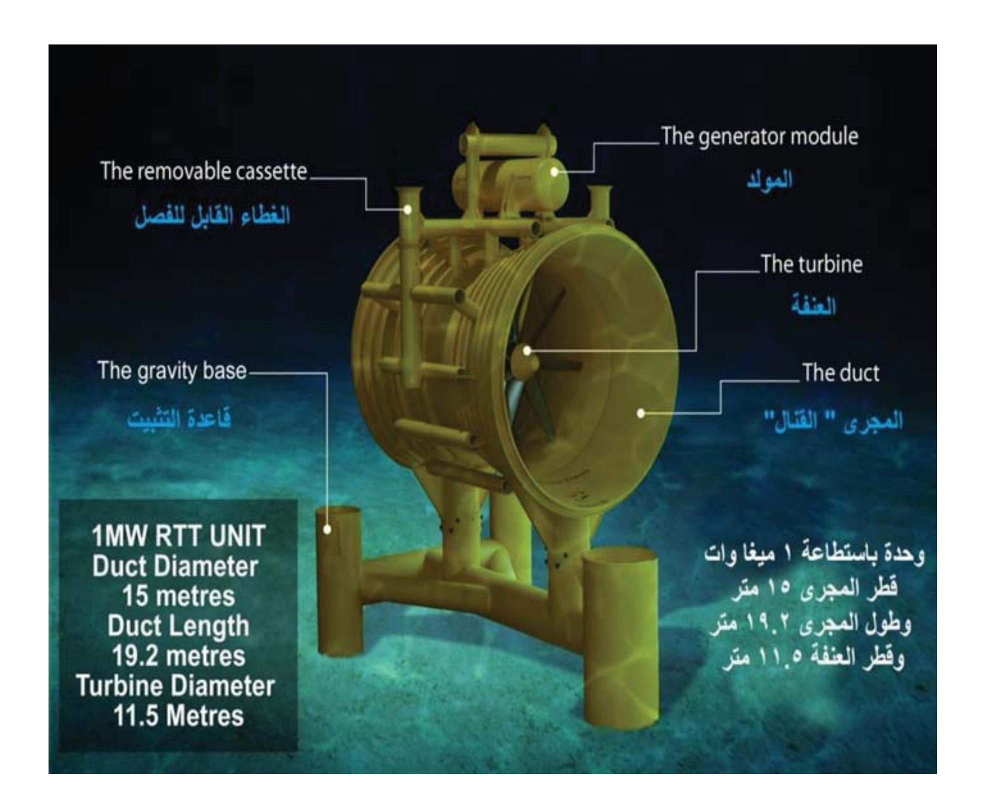
وتتم هذه الطريقة على مبدأ تركيب عنفات بعرض البحر بعيداً عن اليابسة ولها عدة نماذج منها العنفات التي تثبت على أبراج أو العنفات التي تثبت بقاع البحر.

يعتمد هذا النموذج على تثبيت مروحة أو مروحتان على برج متين بحيث تكون تلك المراوح تحت سطح الماء، وبنفس الطريقة المشروحة أعلاه تتحول طاقة حركة المروحة بواسطة المولد الكهربائي إلى كهرباء. والصورة المجاورة توضح كيفية تثبيت المروحة على البرج وهي لمحطة تجريبة بُنيت عام2002 بشمال إيرلندا وقوتها 300 كيلواط تقريباً، ونلاحظ في الصورة أن المروحة قد رُفعت فوق سطح الماء لإجراء أعمال الصيانة.

وفي سترانجفورد بشمال إيرلندا بُني البرج الجديد ويسمى SeaGen، وقد بدأ البرج إنتاج الكهرباء من التيارات البحرية والتي تصل سرعات المياه فيها نحو 2.5 متر في الثانية، وقد تصل أحياناً إلى 10 متر في الثانية، هذا البرج بمروحتيه ينتج كهرباء بقوة 1.2ميكا واط، أي أن كل مروحة له تنتج نحو ضعف ما أنتجته المروحة السابقة، موديل 2002. تستثمر تلك الطريقة التيارات المائية،

ولا تشكل الأبراج عائقا بحرياً كما في حالة بناء السدود، ينظر الـشكل(8) و الـصورة (17)، لهـذا فهي أنسب من ناحية المحافظة على البيئة.

الشكل (8) اجزاء التوربينارت من الداخل



المصدر:www.robedwards.com/2009/04

الصورة (17) قاعدة تثبيت الزعنفات



المصدر:www.robedwards.com/2009/04

خامسا: شروط الاستخدام:-

لابد من إن يكون ارتفاع المد والجزر لا يقل عن 5 متر ولذلك يوجد في العـالم 100 موقـع يتوفر فيها هذا الشرط، كما أن استخدام هذه التقانـة في الميـاه المالحـة يعـرض القطـع المعدنيـة المستخدمة إلى الصدأ وبالتالي لا بد من العناية والصيانة الدائمة وهذا ما قد يرفع مـن التكـاليف وبالتالي تنخفض الأرباح.

●●●

سادسا: المردود:-

تصل قيمة المردود إلى الـ 80% اذا تم طبعا استخدام احدث التكنولوجيا. وبالمقارنة مع المردود في المحطات الحرارية فهي قيمة مرتفعة جداً.

سابعا: الاعتبارات البيئية:-

تمثل هذه الطاقة تحظى بتصنيف "صديق للبيئة" فهي لا تصدر اي غازات أو مخلفات سامة كما أنها تاخذ بعين الاعتبار الثروة السمكية فالكثير من الابحاث حاولت التقليل من المخاطر التي قد يتعرض لها السمك نتيجة مروره بالقرب من التوربين وقد استطاع الفرنسيين بالفعل تخفيض نسبة الضرر على الاسماك المارة من 15 % إلى 5 % والتي هي:

انخفاض الضغط.

ب. الاصطدام بالمراوح.

ثامنا: بعض محطات التوليد في العالم:-

أول محطة وأكبرها بنيت عام 1961 في Saint-Maloفرنسا وبدأ العمل بها في عام 1966 ويبلغ ارتفاع المد والجذر في هذ المنطقة بين 12 و16 متر. فقام الفرنسيين ببناء سد بطول 750 متر ونتج عنه بحيرة بمساحة 22 كم مربع وبسعة 184 مليون متر مربع وفي هذا السد 24 فتحة في كل منها هناك عنفة بقدرة 10ميغاواط، وبالتالي بقدرة 240 ميكا واط ككل، وقدرة توليد تساوي 600 مليون كيلو واط ساعة سنوياً، كما تجدر الإشارة بأن هذا السد يستخدم مبدأ تخزين الماء عبر الطاقة الكهربائية الفائضة من المحطات الأخرى في غير ساعات الذروة لإعادة استخدام هذ الطاقة المخزنة في الماء في أوقات

الذروة. في كندا هناك أيضاً محطة أخرى بنيت عام 1984 بقدرة إنتاج 20 ميكا واط وهذه المحطة تستخدم للأبحاث و لا يستفاد منها إلا من حركة المد.

تاسعا: الأفاق المستقبلية لطاقة المد والجذر:-

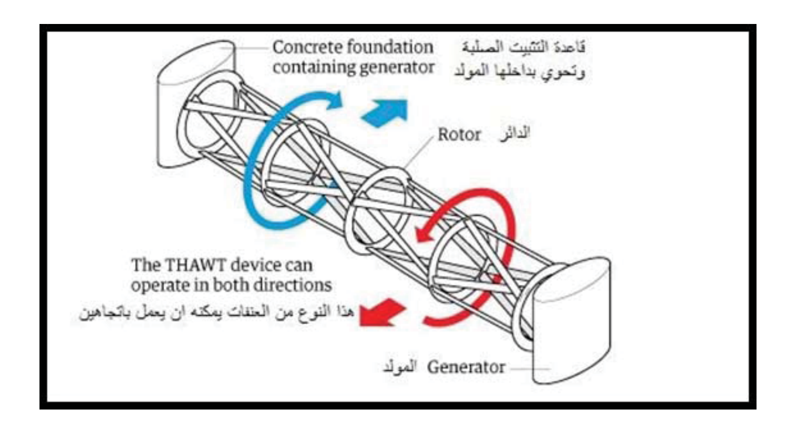
تفكر بريطانيا حالياً بانشاء أكبر محطة للمد والجذر في العالم والتي يفترض ان تغطي 5 % من احتياجات بريطانيا من الطاقة وذلك على الرغم من اعتراض بعض أنصار البيئة لقولهم ان المشروع سوف يدمر الحياة والنشاطات البحرية في المنطقة، تخطط بريطانيا باقامة هذا المشروع على نهر السيفيرن، وهو عبارة عن حاجز كبير يصل طوله إلى 16 كيلو متراً ويحوي على عنفات فريدة تولد استطاعة كهربائية بمقدار 8.6 ميغا واط والتي تقابل استطاعة ستة محطات توليد نووية وعددها 216 عنفة بقطر مساوي للتسع أمتار لك منها، وتمتاز هذه المحطة بأنها عديمة الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون. ويكمن السر في هذه المحطة في ارتفاع المد الفريد لهذا النهر والذي يصل إلى 15 متراً، والمنطقة الأخرى الوحيدة التي تحوي على قيم مماثلة لارتفاع المد هي في فندي في كندا. ولم تكن هذه الفكرة وليدة البريطانيين ولكنها كانت وليدة النازية وأحد مخططات النازية في حال اسقاط وينستون تشرشيل ولكن العائق الأساسي لها كان التكلفة المادية العالية. ولكن ومع الأزمة المناخية العالمية و ارتفاع أسعار الوقود التقليدي وتكلفة انتاج الطاقة أصبح هذا المشروع جدير بالاهتمام ولن يقف في طريقه التكلفة المادية التي ستصل إلى 29 مليون دولار أميركي ولا فترة الانشاء التي ستستمر إلى 8 أعوام. ولكن هناك من يرى أنا هذا المشروع ليس إلا تقليد أو "سرقة" لمشروع المضائق الثلاث في الصين.

●●●

كذلك قام العديد من الباحثين البريطانيون بتصميم نوع جديد من العنفات المادية بكلف أرخص وبناؤها أسهل من العنفات العادية وتتميز أيضاً بكفائتها ورخص تكلفة الصيانة والإنشاء. جميع العنفات المدية التي تعمل اليوم تعمل على شاكلة العنفات الريحية التقليدية مع توجيه شفرتها باتجاه تدفق الماء، على العكس للعنفة الجديدة فهي مبنية حول محور اسطواني دوار والذي يدور بدوره حول محوره عند حدوث المد والجذر وبالتالي يتمكن من استثمار كمية أكبر من المياه القادمة عليه وذلك على خلاف العنفات المائية الكلاسيكية وذلك بسبب زيادة السطح. أبعاد هذه العنفة هي 10 أمتار كقطر و 60 متر كطول، وان وصل اثنتان من هذه العنفات بمولد في منتصف المسافة بينها سوف يولد استطاعة تصل إلى 12 ميغا واط كافية لتغذية 12000 منزل. ولبناء هذه التركيبة نحتاج إلى ثلاثة أساسات ومولد واحد ولو حاولنا انشاء نفس الهيكلية للعنفات الريحية لاحتجنا خمسة أساسات و عشرة مولدات، وتتميز هذه العنفات بأنها الأبسط على الإطلاق من الأجهزة المستخدمة في يومينا الحالي لتوليد الكهرباء وبالتالي فيها تكاليف تصنيع أقل بـ 60% من أجهزة التوليد الأخرى وتكاليف صيانة أقل بـ 40% من التجهيزات الأخرى حسب قول رئيس المجموعة الكهربائية في جامعة أوكسفورد. حتى الأن قام الباحثون بتجريب عنفة بابعاد 1 متر كقطر و بطول 6 أمتار ويتم التخطيط الأن لبناء عنفة بابعاد 5 أمتار كقطر و 10أمتار كطول من أجل تجريبها في البحار ومعرفة تأثير مياه البحر عليها وعمرها. ويتوقع العلماء أنه في حال نجحت التجارب البحرية سيبدأ انشاء المزارع منها باستطاعات من رتبة الغيغا واط. ويقدر

الباحثون الكلفة التأسيسية للجهاز الواحد بـ 1.7 مليون جنيه بريطاني للميغا واط الواحد، ينظر الشكل (9).

شكل (9) مخطط لمحطات التوليد في بريطانيا



المصدر: www.robedwards.com/2009/04

لقد قام أحد الباحثين من وكالة ناسا والذي طور طريقة لامداد الرجال الآليين التي تعمل تحت الماء بالطاقة يعتقد أن هذه التقنية السابقة ممكن أن تطبق بمنظور أضخم وذلك في مجال توليد الطاقة من البحار والمحيطات. تعتمد هذه الطريقة على طاقة حركة المياه من أجل توليد سائل بضغط عالي عوضاً عن توليد الكهرباء بشكل مباشر، بعدها يتم نقل هذا السائل إلى الشاطئ ويستخدم في توليد الكهرباء، كان الهدف من هذه الفكرة هو امداد الرجال الآليين بالطاقة عوضاً عن صعوبة اخراجهم من الماء واعادة وضع مدخرات لهم، تم في هذه الطريقة الاستفادة من فروق درجات الحرارة في الوسط المحيط عن طريق وضع مائع تشغيل متغير الأطوار " أي يتغير من الحالة فيزيائية إلى أخرى " فعندما تزداد درجة الحرارة

يتحول هذا الوسيط من صلب إلى مائع ويتمدد في الأنابيب مما يؤدي إلى ضغط أنبوب مركزي يحوي على سائل أخر الذي بدوره يولد كهرباء إثناء التفكير بهذه الطريقة أدرك الباحث أنه يمكن الاستفادة من هذه الطريقة على صعيد توليد الطاقة من المد والجذر أو من الأمواج أو حتى من حركة المياه النهرية. تعتمد هذه الطريقة على تدوير عنفة بواسطة حركة المياه وتقوم هذه العنفة بدورها بتشغيل مضخة والتي تقوم بدورها بضخ سائل عبر أنابيب مرنة إلى أنابيب مرنة أكبر ومن ثم إلى عنفة ذات كفاءة أعلى من العنفات المائية والتي توضع على اليابسة. الفائدة من هذه الطريقة هي التخلص من جميع الأجزاء الكهربائية المغمورة تحت الماء والتخلص من نقل الكهرباء من تحت الماء بواسطة الكبلات الكهربائية ذات التكلفة العالية الصعبة الصيانة والتي لها خطر أيضاً ويمكن أن تتعرض للصدأ. والميزة الأخرى لهذا النظام أنه من الممكن أن يحتفظ بالسائل المضغوط في خزان على اليابسة بالقرب من المولد وذلك من اجل ضخ السائل بشكل يتناسب مع فترات الحمل العظمى، ينظر الشكل (10).

الشكل (10) محطات التوليد التي صممت في وكالة ناسا



المصدر: www.robedwards.com/2009/04

ويتم تطوير نوع جديد من العنفات المدية من قبل الباحثين في جامعة ستراثكلايد وهذه العنفات من المتوقع أن تحل محل المحطتان النوويتان القديمتان اللتان تغذيان سكوتلاندا. فقد أفاد الباحثون أن 2000 عنفة سوف تربط إلى قاع البحر بالقرب من الشاطئ الغربي والشمالي والتي سيكون بمقدورها توليد ماقيمة 2 غيغا واط وهذا ما يكفي ويزيد عن حمل الأساس لاسكوتلندا من الكهرباء، ومن المخطط الانتهاء بفترة الـ 2020، ويوضح الجدول(7) والخريطة(4) الدول المستفيدة من طاقة المد على مستوى العالم.

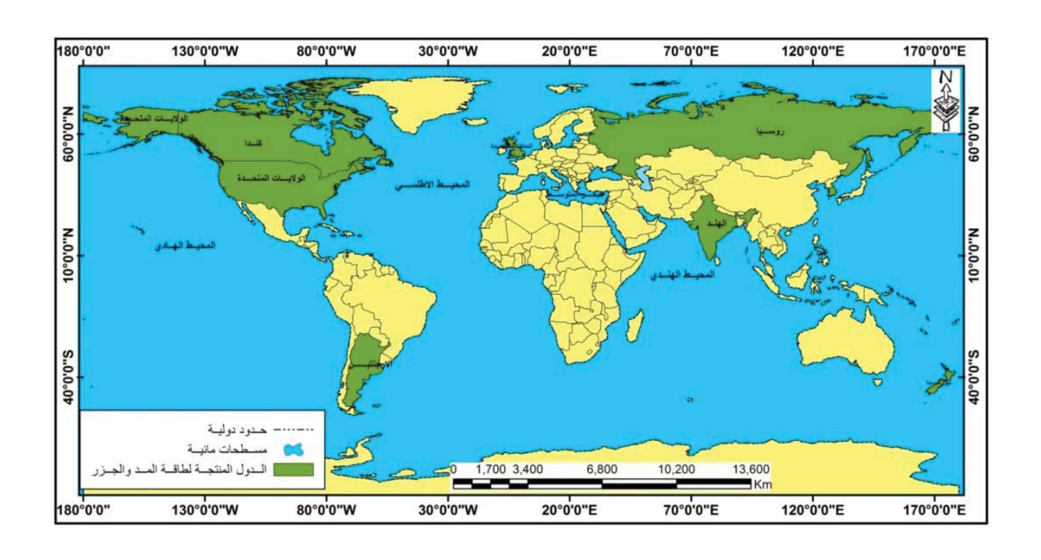
الجدول (7) الدول التي تستفيد من طاقة المد والجزر

الدولة	المنطقة	الارتفاع الوسطي للمد و الجزر (m)	مساحة المد و الجزر (km^2)	الطاقة القصوى (MW)
ارجنتين	San Jose	5.9	-	6800
كندا	Cobequid	12.4	240	5338
	Cumberland	10.9	90	1400
	Shepody	10.0	115	1800
الهند	Kutch	5.3	170	900
	Cambay	6.8	1970	7000
كوريا الجنوبية	Garolim	4.7	100	480
بريطانيا	Severn	7.8	450	8640
	مارسيي	6.5	61	700
	Conwy	5.2	5.5	33

الولايات المتحدة	Knik Arm، الاسكا	7.5	-	2900
	Turnagain Arm، الاسكا	7.5	-	6501
روسيا	Mezen	9.1	2300	19200
	Penzhinskaya Bay	6.0	500،20	000،87
نيو زلندا	Kaipara Harbour	2.10	947	200

المصدر: نصري ذياب خاطر، جغرافية الطاقة، الاردن، الجنادرية للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى،2014.

الخريطة(4) الدول المستفيدة من طاقة المد والجزر



الفصل السادس

طاقة الامواج

•••

•••

اولا: مفهوم طاقة الامواج:-

الطاقة الموجية (Wave power) هي نقل الطاقة مـن أمـواج المحيطـات او البحـار لتـسخيرها في اعمال ميكانيكية مفيدة مثل توليد الكهرباء او تحلية المياه او ضخ المياه الى المخازن المائية.

ثانيا: لمحة تأريخيه:-

لقد اهتم بعض المفكرين منذ عدة قـرون في كيفيـة اسـتخلاص الطاقـة مـن الأمـواج، الا ان هـذه الأفكار اخذت صداها الواسع في الدراسات المهتمة بشؤون الطاقة منذ اكثر من مائة عـام الا ان التفكـير الجدي باستثمار هذه الطاقة لم يدخل حيز التطبيق الا في سبعينات القرن الماضي.

تعود أول براءة اختراع لتوليد الطاقة من الأمواج الى العام 1799 في بـاريس للمخـترع جـيراد، وان احد التطبيقات القديمة للاستخلاص طاقة الأمواج هو جهاز بناه احـد الفرنـسيين عـام 1910 وذلـك من اجل انارة منزله والذي يعد اول نموذج من نماذج محطات التوليـد ذات العمـود ذو منـسوب المـاء المتغير ومنذ عام 1855الى عام 1973 كان هنالك 340 بـراءة اخـتراع في المملكـة المتحـدة لوحـدها فـيما يتعلق بطاقة الأمواج.

وفي عام 1940 قام العالم يوشي ماسودا بقيادة البحث العلمي في مجال طاقة الأمواج مـن خـلال وضع العديد من الأجهزة التي تستخلص طاقة الأمواج في البحر وربطها مع وحدات للإضـاءة مـن اجـل الملاحة البحرية، وتوصل بعدها الى فكرة توليد الطاقة باستخدام الالواح الطافية المتمفصلة وذلـك عـام 1950.

وفي عام 1973 واثناء ارتفاع أسعار البترول دعى العديـد مـن العلـماء والجامعـات العالمية الى تحسين تقنية هذه المحطات، ولكن بعد عـودة أسـعار البـترول بالانخفـاض في عام 1980 تناقص تمويل الأبحاث في هـذا المجـال، ولكـن التغـير المنـاخي الحـالي وظـاهرة

الاحتباس الحراري دفع العالم الى التوجه نحو تطوير واستثمار تقنيات الطاقة المتجددة ومن بينها هذه التقنية من اجل الحصول على الطاقة.

ان المناطق المناسبة لاستثمار هذه الطاقة هي المناطق التي تكون فيها الأمواج عالية ومصادر الطاقة التقليدية فيها مكلفة كالجزر النائية، فنصب مثل هذه المحطات في هذه المناطق يمكن ان يكون اقتصاديا في الوقت الحاضر.

ويتوجب علينا أجراء بعض التطويرات التقنية لكي ننهض بهذا المصدر ونجعله ملائما من النواحي الفنية الاقتصادية.

وتوجد في بعض السواحل نماذج منصوبة تعمل من اجل انتاج الطاقة، وان تحسين تصاميم هذه النماذج وتطوير الهياكل الطافية داخل المحيطات هما المفتاح الاولي اللازم لاستخلاص كميات كبيرة من الطاقة من هذه المحيطات.

ثالثا: المبادئ الأساسية لطاقة الأمواج:-

لتوليد الكهرباء تقوم محطات طاقة الأمواج باستخلاص الطاقة الحركية لمياه البحر والمحيط والاستفادة منها في تدوير عنفة ان الرياح وتقلب الضغط تحت سطح الماء هما العاملان الاساسين في نشوء الأمواج ولكن كثافة هذه الأمواج تتغير من منطقة الى أخرى من المسطحات المائية، في بعض الاماكن من المحيطات تكون الأمواج منتظمة وذات طاقة كبيرة تقام الأبحاث من اجل تطوير هذه المحطات ولقد قدر العلماء الطاقة التي يمكن توليدها من الأمواج بنحو مليوني ميكا واط وهو ما يزيد عن ضعفي الطاقة المولدة حاليا في العالم ،

وتعد هذه المحطات احد أنواع محطات توليد الطاقة المتجددة وهي عديمة الانبعاثات وهي تختلف عن طاقة المد والجزر، كما تختلف هذه التقنية المتجددة عن التقنيات المتجددة

الريحية ويرجع سبب الرئيسي في ذلك الى كثافة الماء التي تصل الى اكثر من 800 مرة من كثافة الهواء مما يجعل كثافة طاقة الأمواج اكثر بعدة اضعاف من كثافة طاقة الرياح.

تتولد أمواج المحيط نتيجة مرور الرياح على مساحات واسعة منه وان تفاعل الميكانيكية الدقيقة بين الرياح وسطح البحر وكما موضح في الصورة (18) وتنشأ عنها هذه الأمواج والتي تتمثل بثلاثة عمليات رئيسة هي:

1. الهواء المار على البحر والذي يولد ضغطا تماسيا على سطح الماء هو السبب لتكون الأمواج ونموها.

2. جريان الماء المضطرب القريب من سطح البحر يولد بصورة سريعة اجهادا وضغطا متغيرين وعندما تكون هذه الترددات موافقة للامواج الموجودة فان هذه الأمواج تأخذ في الازدياد.

3. عندما تصل الأمواج الى حجم معين فان الرياح تستطيع ان تسلط قوة اكبر على وجه الرياح العالية للموجة تؤدي الى ارتفاعها.

تحتوي الأمواج الكبيرة على طاقة اكبر لكل متر من طول القمة مقارنة بالموجات الصغيرة، واعتياديا يتم حساب قدرة الأمواج بدلا من محتوى طاقتها، وتحسب قدرة الأمواج بوحدة الكيلو وات/ متر في محيط ساكن الأمواج على انها مربع ارتفاع الموجة (بالمتر) مضروبا بزمنها (بالثانية).

صورة (18) توضح تولد أمواج المحيط



2010/ 07www.robedwards.com-

وبما ان الرياح تتكون في الأصل من الطاقة الشمسية فإننا نستطيع ان نقول ان طاقة الأمواج مشتقة من الطاقة الشمسية، فسقوط حزمة شمسية بقدرة معدلها 100 واط على كل متر مربع يمكن ان يتحول الى أمواج ذات قدرة تعادل 100كيلو واط لكل متر من طول اعلى الموجة.

وتشخص الأمواج بطول موجتها وبارتفاع الموجة وبزمن الموجة، اما حجم الموجة التي تتولد بواسطة الرياح فانه يعتمد على ثلاثة عوامل (سرعة الرياح، وزمنها، والمسافة) التي تقطعها عند تحويل طاقة الرياح الى المحيط لتكوين الأمواج وتدعى بالأمواج العاصفة كونها تحول الموقع الذي نشأت فيه الى مكان معقد ومضطرب ومع هذا فأنها تنقل طاقتها معها دون أي خسائر في الطاقة لانتاج أمواج ضخمة في مناطق بعيدة عن موقع تكونها الأصلي.

رابعا: حالة البحر الاعتيادية:

تتكون حالة البحر الاعتيادية من عدة موجات كل منها مشابه للموجة المثالية (أحادية الطول الموجي) وكل منها لها خصائصها من نواحي الزمن وارتفاع الموجة واتجاهها والموجات التي نراها عندما ننظر الى سطح البحر هي خليط من هذه الموجات والقدرة الكلية في كل متر من مقدمة الموجة في البحر المضطرب هي بالطبع مجموع القدرة لكل الموجات ومن الواضح انه لا يمكن قياس الارتفاعات والزمن لهذه المحصلة، ولهذا فان عملية إيجاد المعدل المتوسط هي المستخدمة لتقدير القدرة الكلية.

وباستخدام عوامة طافية تركب الموجة فانه من الممكن تسجيل التغيرات في مستوى السطح في زمن مختار معين ويمكن احتساب ارتفاع الموجة المؤثر (Significant Wave Height) وهو يعادل تقريبا معدل اعلى ثلاث موجات، وهذا مطابق لتقدير ارتفاع الموجه بواسطة العين المجردة (Zero – up- Crossing Period te) والذي تعرف بانه معدل الزمن بين الحركات العليا للسطح خلال متوسط الارتفاع لبحر مضطرب اعتيادي.

خامسا: تقديرات قدرة الموجة في أي موقع:-

ان مناطق العالم التي تقع تحت تيارات ريحية منتظمة هي نفس المناطق التي تحتوي على مصادر أمواج عالية وبالتالي تعد افضل المواقع لانتاج الطاقة كونها تحقق استمرارية الامواج وبالشكل الذي يفي بمتطلبات تقنية استخلاص الطاقة من تلك الأمواج.

والأمواج لها معدل كثافة طاقة (واط/م)، فعند المنطقة ذات العمق 100 متر يكون معدل كثافة الطاقة 70 كيلو واط /متر، وفي موقع اخر اقرب الى الشاطئ كان يكون العمق فيه 40 متر فان معدل كثافة الطاقة هو 50 كيلو واط متر، هذه الأرقام تعد مرتفعة وتبين ان شمال المحيط الأطلسي هو مصدر جيد لطاقة الأمواج.

●●●

سادسا: اتجاه الرياح:-

تركزت الدراسات المهتمة بطاقة الأمواج التي تحدث في الماء العميق أي عندما يزيد العمق على 50 مترا، على ان اتجاه الأمواج المنتقلة في المياه العميقة يتبع اتجاه الرياح التي تولدها، ويمكن ان تنتقل الأمواج لمسافات بعيدة في الماء المفتوح دون خسائر في الطاقة، وفي موقع معين يمكن ملاحظة أمواج تصل من مصادر مختلفة وباتجاهات مختلفة فمثلا يمكن ان نرى أمواجا تقترب من موقع في اوربا مكونة من الرياح التي تعبر المحيط الأطلسي وفي نفس الوقت يمكن ان نرى امواجا تولدت من عواصف حدثت في شمال الموقع،ولهذا فانه من السهل ان ندرك سلوك الأمواج وعقدها واتجاهها.

سابعا: طبقة الامواج تحت سطح البحر:-

يمكن ملاحظة وجود أمواج من النظر فوق سطح البحر، ويجب أيضا التعرف على طبقة الأمواج تحت سطح البحر لنستطيع تصميم منظومة بكفاءة عالية لاستخلاص الطاقة منها، وتتكون الأمواج من جزئيات من الماء تسير في مدارات معينة قرب السطح وحجم هذه المدارات مساو لارتفاع الموجة وتصغر هذه المدارات كلما انخفضنا تحت السطح وحجم هذه المدارات يقل بدالة أسية (Exponentially) مع العمق.

ومن اجل استخلاص اعلى طاقة من الأمواج يجب نصب جهاز يستلم كل أجزاء مدارات الموجة، ولكن هذا غير عملي وغير اقتصادي لان المدارات الواطئة تحتوي على طاقة قليلة ولمعرفة العمق المناسب لهيكل منظومة استخلاص الطاقة من المفيد معرفة ان 95% من طاقة الموجية تحويها الطبقة الواقعة بين السطح والعمق المساوي لربع طول الموجة(H=L\4).

●●●

ثامنا: التوجه نحو المناطق الضحلة:-

في مناطق عديدة من العالم يكون الخط الساحلي من منحدر صخري عميق جدا وهذه هي المساحات المناسبة لتشييد محطات طاقة الأمواج التي تحدث فيها لها محتوى طاقة كبير، علما بان معظم سواحل العالم يكون فيها عمق البحر قرب السواحل ضحلا.

وعند اقترب أمواج المياه العميقة من اليابسة تتحرك في الماء الضحل ومن ثم تصل الى الشاطئ وتقوم بفقد طاقتها خلال مسيرها في المياه الضحلة، وهذا الفقد ناتجا أساسا من الاحتكاك بين جزيئات الماء العميق وقاع البحر، يكون مؤثرا جدا عندما يكون العمق اقل من ربع طول الموجة، ان الخسارة في القدرة يمكن ان تكون عدة وحدات من الواط لكل متر من قمة الموجة لكل متر تسير فيه في الشاطئ.

تاسعا: الانتقال في المياه الضحلة وخشونة قاع البحر:-

وتوجد خسائر أخرى للطاقة عند اقتراب الأمواج من الشاطئ وهي ان الأمواج تتكسر وتتحول الى أمواج مضطربة وتسبب خسائر كبيرة في الطاقة وهذه الأمواج في العادة تكون مدمرة لهيكل منظومات طاقة الأمواج لهذا يجب الابتعاد عنها قدر المستطاع عند نصب المنظومات او تصميم الهيكل بصورة كفوءة بحيث يتم استخلاص طاقة الأمواج بأسعار مناسبة مع مقاومة أسوأ للأحوال الجوية.

عاشرا: تقنيات طاقة الأمواج:-

لأجل استخلاص طاقة من الأمـواج اذا كـان الهيكـل مثبتـا في قـاع البحـر او في الـساحل فانـه مـن الممكن ان يكون قسم منه متحركا بالنسبة للهيكل الثابت وبالتالي يقوم بتحويل الطاقـة الميكانيكيـة الى طاقة كهربائية.

كما يمكن استخدام الهياكل العائمة شريطة ان يكون هنالك اطار ثابت ليتسنى للجزء الفعال من المنظومة الحركة نسبة الى الهيكل الرئيسي، ويمكن الوصول الى هذا الهدف بالاستفادة من القصور الذاتي او بتكبير الهيكل بحيث يستطيع ان يتسع لعدة اقسام من الموجات ويبقى ثابتا بصورة معقولة في كافة حالات البحر.

وحجم الهيكل الخاص لمحول طاقة الامواج هو عامل حرج، ومن الـسهل تقـدير حجمـه المناسـب، وذلك بالأخذ بنظر الاعتبار حجم الماء الداخل اليه، وكـما موضـح في الـصورة (19)، وفي معظـم الأحـوال يجب ان يكون حجم المحول مساويا لحجم الماء وذلك لاستخلاص كل الطاقة التي تحتويها الأمواج.



صورة (19) توضح الهياكل العائمة



- www.robedwards.com 2010/ 07

حادي عشر: أنواع المحطات:

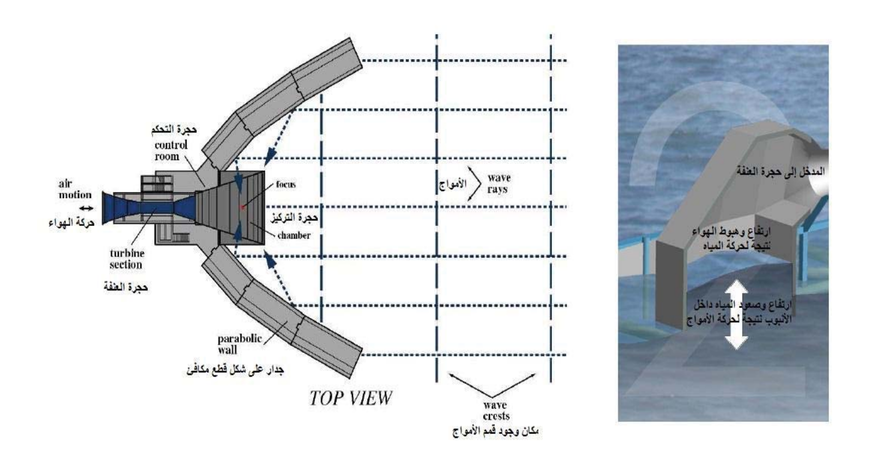
تصنف هذه المحطات عادة حسب الطريقة التي تتبعها في استخلاص طاقة الأمواج ويمكن ان تصنف أيضا وفقا لمواضعها او وفقا لطريقة الربط مع الشبكة حيث ان الأنظمة التي تركب بعيدا عن الشاطئ تناسب المياه العميقة ذات الأعماق التي تتجاوز40 متر.

وتتشابه المحطات بان الجزء المتحرك منها يجب ان يكون قريبا من سطح الماء أي بالقرب من الأمواج ويوجد العديد من هذه المحطات نذكر منها الاتي:-

1. جهاز تخميد الأمواج:

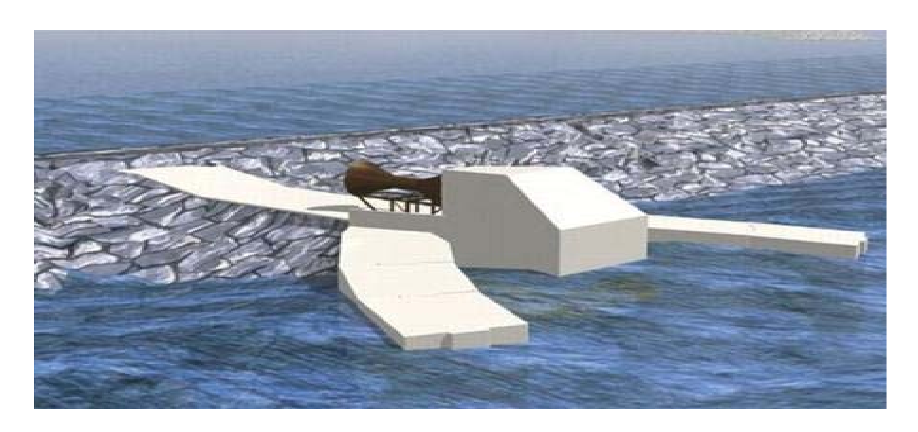
يركب بشكل متعامد مع مسار الأمواج ويمتص طاقة الموجة وهذه الأجهزة مناسبة للاستعمال الشاطئ او في الأماكن القريبة من الشاطئ وقد تم مؤخرا تطوير نماذج من هذه الأجهزة قادرة على الطفو لتناسب التركيب عن الشاطئ أي التركيب في عرض البحر، كما يلاحظ ذلك في الشكل(11)، والصورة رقم (20).

الشكل (11) جهاز تخميد الامواج



-www.robedwards.com 2010/ 07

صورة (20) جهاز تخميد الامواج

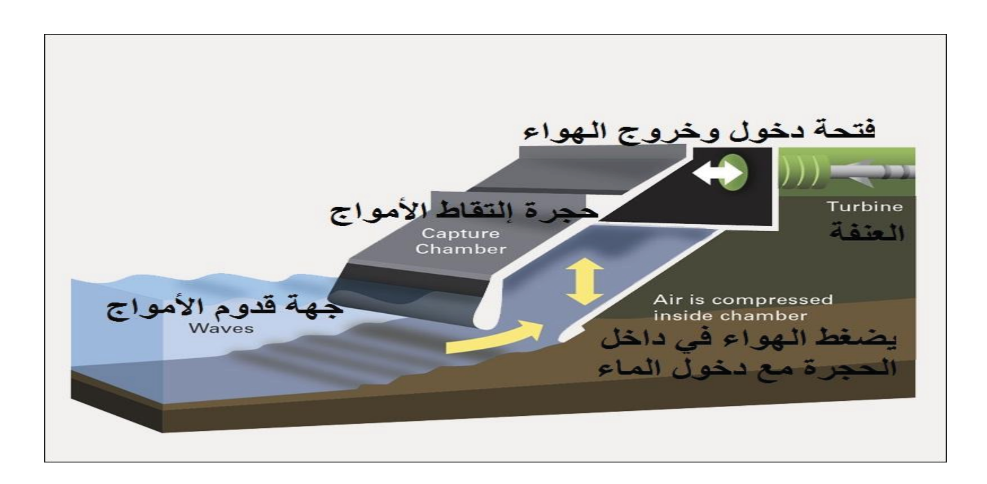


- www.robedwards.com 2010/ 07

2. أجهزة العمود ذو منسوب الماء المتغير:- (Oscillating Water Column).

تشبه الأجهزة السابقة وفيها يدخل الماء عبر فتحة تحت سطح الماء الى حجرة التقاط الأمواج وتكون حاوية للهواء ونتيجة لحركة الأمواج يرتفع منسوب الماء او ينخفض داخل الحجرة يجبر الهواء على الحركة عبر فتحة موصلة الى توربين ليقوم الهواء بتدوير وتوليد الكهرباء، وكما موضح في الشكل (12).

الشكل(12) أجهزة العمود ذو منسوب الماء المتغير



- www.robedwards.com 2010/ 07

3. الأجهزة ذات الرأس النقطي الطافي (**Point Absorber**).

تشبه مزارع هذه الأجهزة مزارع سنابل القمح التي تتحرك مع هبوب الهواء عليها الى الامام او الخلف وتتألف من رأس طافي مربوط الى ساق يصل هذا الرأس الى مكابس هيدروليكية موجودة في الجزء الأخير وهو الجذر والذي يحتوي على فتحات لدخول ماء البحر، فعندما يتحرك الرأس يتحرك معه الساق الذي يقوم بدوره بتحريك المكابس التي تضخ مياه البحر من الفتحة وعن طريق انابيب الى الشاطئ ومن ثم الى عنفة مركبة على الشاطئ.

ويوجد منها أيضا المولدات الطولية الطافية وتشبه بتركيبها الأجهزة السابقة ولكنها تختلف عنها بان الرأس العائم يحوي على مولد كهربائي طولي ذو مغناطيس دائم ومربوط الجزء المتحرك منه الى قاع البحر او المحيط، عند حركة الجزء العائم يتحرك الجزء المتحرك من المولد لأنه مربوط الى قاع وينتج عن الحركة النسبية بين الثابت والدائر مما يولد تيارا كهربائيا يتم نقله الى الشاطئ عن طريق كابلات بحرية ممدودة من الساق الى ارض المحيط وكما موضح في الشكل (13).

الشكل (13) الأجهزة ذات الرأس النقطي الطافي



- www.robedwards.com 2010/ 07

4. افاعي البحر (المخمدات) (Pelamis Or Attenuators)

هي عبارة عن هياكل طافية طويلة متعددة الأسطوانات موصلة مع بعضها بواسطة مفاصل موصلة الى مضخات هيدروليكية وتوضع هذه الأجهزة على التوازي مع حركة الأمواج ان اختلاف اطوال الموجة على طول الجهاز يسبب انثناءات في مناطق اتصال هذه الأسطوانات (المفاصل) والتي تؤدي بدورها الى عمل المضخات الهيدروليكية، كما في الصورة (21) وان كل جهاز من هذه الأجهزة يحوي على ثلاث وحدات توليد تنتج بمجموعها 750 كيلو واط.



صورة (21) افاعي البحر (المخمدات)



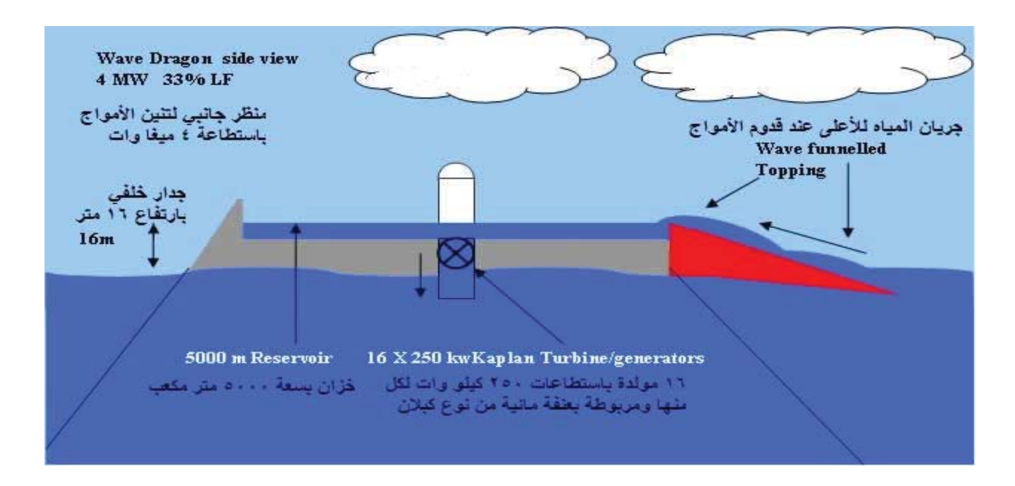
-www.robedwards.com 2010/ 07

5. الأجهزة العائمة (تنانين البحر) (Overtopping Devices)

تشكل الأجهزة العائمة او المسمات تنانين البحر واحد من اهم المحطات المقامة لاستخلاص الطاقة الكهربائية من طاقة الأمواج، اذ تحوي هذه الأجهزة على خزان يملئ بواسطة الأمواج القادمة لتصل مياهه الى مستوى اعلى من المستوى الوسطي لمياه المحيط وبعد ارتفاع مستوى الماء في هذا الخزان يعود الماء بفعل الجاذبية الأرضية الى المحيط عن

طريق فتحات تحوي على عنفات مائية وتركب هذه الأجهزة على الشواطئ ويوجد منها أجهـزة حديثـة تسمى الاوعية البحرية تركب في عرض البحر. وكما في الشكل(14).

الشكل (14) الأجهزة العائمة (تنانين البحر)



- www.robedwards.com 2010/ 07

6. المزارع البحرية:

هي مجموعة من الأجهزة السابقة الموصلة مع بعـضها مـن اجـل زيـادة الاسـتطاعة المولـدة، أسست اول مزرعة بحرية تجارية في العالم في البرتغال عام 2008 وهي تستخدم ثلاث أجهزة من أجهزة افاعي البحر والتي يصل انتاج كل واحدة منهـا 750 كيلـو واط، وباسـتطاعة كليـة للمزرعـة تـصل الى 2.25 ميكا واط، وقد كان الجزء الثاني من الخطة هو إضافة 25 وحدة أخرى لتـصل الاسـتطاعة الكليـة المولدة الى 21 ميكا واط.

اما في اسكتلندا التي أعلنت رصد مبلغ أربعة ملايين جنية في شباط 2007 من اجـل انـشاء مزرعـة بحرية باستطاعة 3 ميكا واط وقد تم الانتهاء من تنفيذها في أيار عام 2010.

ثاني عشر: التحديات التي تواجه هذه التقنية:

هنالك العديد من التحديات التي تشكل عائق امام استخلاص الطاقة الكهربائية من طاقة الأمـواج والتي يمكن ايجاز بعضها بالاتي:-

1. الحاجة الى تطوير أجهزة تستخلص كمية اكبر من طاقة الأمواج الغير المنتظمة في مساحة مائية اكبر.

2. ان طاقة الأمواج متوفرة بسرعة بطيئة وقوة عالية ولكن اغلب المولدات المتواجدة تعتمـد عـلى سرعة عالية وتدفق ثابت.

3. هناك تأرجح كبير في الطاقة الموجودة في الأمواج لذلك يجب على الأجهزة ان تتناسب مـع هـذا التأرجح وتعطي مخرجات تساوي عشرة اضعاف القيمة الدنيا اما الوضع الحالي فهو اربع اضعاف.

4. ضعف التمويل والاستثمار في هذه التقنية.

5. المشاكل التي تتعرض لها الأجهـزة بـسبب العواصـف والعوامـل الجويـة والتأكـل بـسبب الميـاه المالحة.

ثالث عشر: ارقام وإحصائيات: -

يقدر مجلس الطاقة العالمي حجم الطاقة التي يمكن توليدها من أمواج المحيطات بنحو 2 تيرا واط أي مليوني ميكا واط وهي ضعف كمية الكهرباء التي ينتجها العالم حاليا، كما تقدر الطاقـة التـي يمكـن انتاجها من الأمواج التي تضرب السواحل الاسترالية سنويا بنحو مليون كيكا واط في الـساعة، كـما يمكـن توفير 25 % من كهرباء المملكة المتحدة حاليا من مصادر امواجها.

وهنك تقريبا نحـو 100 شركـة صـغيرة حـول العـالم تعمـل عـلى تحويـل قـوة الأمـواج الى كهربـاء، ويوجد الكثير منها في اوربا كون هذه الدول رصدت أموال كبيرة من اجل تطبيـق هـذه التقنيـة بهـدف الحصول على طاقة نظيفة ذات كفاءة عالية.

يرى الكثير من الباحثين والمختصين في مجال الطاقـة ان كهربـاء الأمـواج تـرجح كفتهـا عـلى طاقـة الرياح، وبحسب ما ذكره اندي بولدوك المحلل البريطاني الذي يعمل في مجال الطاقـة المستخلـصة مـن طاقة الأمواج والذي يعمل لدى مؤسسة بلاك اند فيـتش ان هنالـك شـعورا متناميـا بـان هـذه التقنيـة تصادف نجاحـا كبـيرا كـما ذكـر ان البحـوث المتعلقـة بطاقـة الأمـواج بـدأت في المنـاطق ذات الكثافـة السكانية العالية منذ ما يقارب عشرين عاما مثل المملكة المتحدة واوربـا التـي تمتلـك مـصادر طبيعيـة قليلة من الطاقة وبين انه تم تحقيق العديد من النجاحات الخاصـة بهـذه التقنيـة، وقـال بولـدوك انـه توجد العديد من أدوات تقنية الأمواج مع توفر الالاف من النماذج وتمت متابعة اكثر من 100فكرة تم تجربة اثر من 50 منها و20 أخرى جاري العمل فيها و10 منها سيتم العمل عليها في القريب العاجل.

لذلك تباينت الدول في مدى استخدام هذه الطاقة ونذكر هنا نماذج من دول مختارة مهتمة بهـذه التقنية والتي من بينها الاتي، وبعد هذا العرض يمكن ان نشير الى الدول المستثمرة للطاقة الامواج وكما موضح في الخريطة(5).

1. استراليا:-

تعد طاقة الأمواج احد اهـم مـصادر الطاقـة النظيفـة الواعـدة في مـستقبل اسـتراليا وان مـشاريع عديدة بدات بالاتجاه نحو استراليا للاستثمار في الأمـواج الغزيـرة التـي تحـيط بهـا وخاصـة في مـشاريع تحلية المياه التي كان لها النصيب الاوفر.

ومن الشركات العاملة في استراليا هي شركة اوشـن ليـنكس التـي انـشات وحـدات خاصة لاستخلاص الطاقة من طاقة الأمواج في بورت كيمبلا جنوب مدينة سدني وذلـك

عام 2005، ويعد سد بورت كيمبلا لطاقة الأمواج نموذجا عالميا ويستخدم لعرض مختلف النماذج ولفهم افضل للفيزياء المستخدمة في هذه التقنية، كما حث صندوق الحياة البرية العالمي الحكومة الفدرالية بالاستثمار في طاقة الأمواج بعد التقرير الذي نشره بعنوان نحو تغيير مستقبل الطاقة (طاقة الأمواج في استراليا) وقد أشار غريغ بورن المدير التنفيذي للصندوق بان هذا المشروع سيوفر 3000 وظيفة ويقدر لمصادر الطاقة ان تنتج 171 الف ميكا واط وهي ما يصل الى أربعة اضعاف الاستهلاك الحالي من الطاقة في استراليا، كما سيستقطب الاستثمار في هذا المجال اكثر من 14 الف عامل بحلول 2050.

2. اسكوتلندا:-

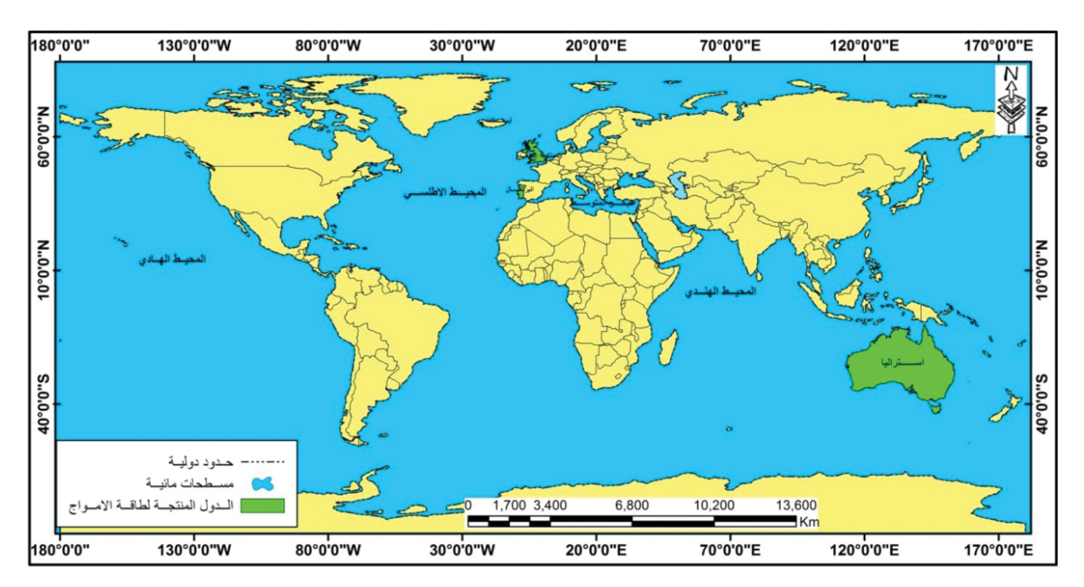
لقد شرعت الحكومة الاسكتلندية في بناء اكبر محطات توليد طاقة الأمواج في العالم قبالة جزر لويس في الجزر الغربية في منطقة سيدار بقوة إنتاجية تصل الى 4 ميغا واط، واخذت مزرعة الأمواج التجارية خطوة جديدة بحصولها على تمويل من شركة ايه دبليو اس ((AWS لطاقة المحيطات الاسكتلندية بمبلغ 2.1 مليون جنيه إسترليني والذي استغل للتمويل والتطوير في تقنية (ارخميدس وويف اسوينغ) وهي واحدة من التقنيات العالمية المصرح لها بتوليد كهرباء متجددة نظيفة من أمواج المحيطات، ويأتي دعم (AWS) كجزء من التمويل المرصود والبالغ 13 مليون جنيه بهدف جعل اسكوتلندا رائدة في انتاج الطاقة البحرية.

3. البرتغال:-

تخطط البرتغال لإنتاج 45% من طاقتها من مصادر الطاقة المتجددة اذ تقوم شركة انيرسيس البرتغالية بتمويل مشروع لإنتاج طاقة الأمواج في شمال البرتغال والذي بدأت فيه الاعمال في نهاية 2006. وتعمل حاليا العديد من مراكز البحوث المختصة في هذا المجال لغرض زياد الطاقة المنتجة من طاقة الأمواج بهدف تغذية المساكن عبر دخولها

الشبكة القومية، وعلى الرغم من الاهتمام المتزايد في هذه التقنيـة الا انهـا مازالـت تقنيـة غـير موظفـة تجاريا علما بان استخدامها كان منذ عام 1890، ووجود اول مزرعة موجية في العالم في البرتغال وتحتوي على ثلاثة مولدات بقوة 750 كيلو واط للمولدة الواحدة.


الخريطة(5) الدول المستفيدة من تقنية طاقة الامواج على مستوى العالم.



●●●

الفصل السابع

طاقة حرارة باطن الارض

●●●

●●●

تمهيد:-

يعود تاريخ استخدام الطاقة الحرارية الارضية الى اكثر من 10 الاف سنة عندما استخدم الهنود الحمر الينابيع الساخنة لطهي طعامهم وكذلك عرف قدماء الرومان فائدة الينابيع الحارة الغنية بالكبريت حيث قام اثرياء العصر القديم ببناء حمامات حرارية بالقرب منها لأغراض الاستحمام وفي 4 يوليو/ تموز 1904م تم استخدام هذا المصدر المهم من الطاقة لتوليد الكهرباء، حيث أجرى بيرو جينوري تجربة لتشغيل مولد كهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الجوفية في حقل لارديلو (Lardello) في إيطاليا، إذ استعمل البخار المندفع من جوف الأرض لتشغيل توربين لتوليد الكهرباء بقدرة 220كيلوواط ووصلت في الوقت الحالي الى حوالي 400 ميكاواط وما زالت تعمل لغاية الآن.

أعقب ذلك في عشرينيات القرن الماضي تشغيل محطة «جيزيري» في أمريكا، باستخدام الطاقة الحرارية للأرض بقدرة 250 كيلوواط، ومحطة أخرى في جزر «كيوسيو» في اليابان، وفي خمسينيات القرن الماضي تم إنشاء محطة لتوليد الكهرباء بواسطة الطاقة الحرارية لباطن الأرض في منطقة «واراكاي» في نيوزيلندا، وفي عام 1960 افتتحت محطة مشابهة في كاليفورنيا في أمريكا، وفي عام 1967م لجأ الاتحاد السوفيتي السابق إلى تشغيل محطة لتوليد الكهرباء باستخدام غاز الفريون لإدارة التوربينات، وهذا الغاز يتم تسخينه بواسطة المياه الجوفية متوسطة درجة الحرارة، حيث يتحول الفريون إلى بخار مرتفع الضغط قادر على تشغيل توربينات التوليد،

وأعقب ذلك افتتاح عدد آخر من محطات توليد الكهرباء باستخدام حرارة الأرض كمحطة «سيررو - بيرتو» في المكسيك بقدرة 75 ميجاواط، ومحطة «كاكوندا» في اليابان بقدرة 50 ميجاواط ومحطة «كرافلا» في إسبانيا بقدرة 30 ميجاواط ومحطة «آواتشابان» في السلفادور بقدرة 60 ميغاواط ومحطة «فايراكسي» في نيوزلندا بقدرة 192 ميجاواط وغيرها.

تعد عاصمة أيسلندا (ماراكيبو) انظف مدينة في العالم لانها ومنذ سنوات عديدة تستخدم حرارة باطن الارض لاغراض التدفئة حيث وصلت هذه النسبة الى 90%، هذا فضلا عن وجود العديد من العيون المائية الساخنة التي استخدمت لأغراض مختلفة خاصة العلاج الطبي علما ان هذه العيون تتوفر في الكثير من الدول العربية.

اولا: ايجابيات استخدام الطاقة الحرارية الارضية.

تعد طاقة حرارة الارض طاقة متجددة لا تنفذ على الاقل للأجيال القادمة.

انها طاقة نظيفة وغير مضرة بالبيئة ولا تسبب أي تلوث.

متوفرة بكميات كبيرة جدا وبمساحات واسعة وفي اغلب بلدان العالم.

قلة تكاليف انتاج الطاقة بعد التكاليف الاولية لانتاج المحطة.

المردود المالي للطاقة المستخرجة.

لها اهمية كبيرة لاسيما في الدول التي تتوفر فيه وتعاني في نفس الوقت من قلة الوقود الاحفوري.

كما انها لا تتأثر بالظروف والاحوال الجوية وتتوفر 24ساعة.

●●●

ثانيا: حقول انتاج الحرارة: -

ان حقول المياه الساخنة وحقول البخار الجاف وحقول الصخور الحارة مستودع ضخم من الطاقة تحتوي الأرض على كميات هائلة من الطاقة الحرارية في جوفها التي اختزنت فيها منذ مئات ملايين السنين، فنواة الأرض تحتوي على مواد منصهرة ذات درجات حرارة مرتفعة جداً تبلغ نحو 6000 درجة مئوية، أما القشرة الأرضية التي يتراوح سمكها ما بين 5 و60 كيلومتراً فتتراوح درجة الحرارة في أعماقها ما بين 500 و1000 درجة مئوية، وهذا المصدر من الطاقة الحرارية هو ما تسعى تكنولوجيا الطاقة الجيوحرارية إلى استثماره حالياً لغايات توليد الطاقة الكهربائية والتدفئة.

ومن المعروف أن درجة حرارة الكرة الأرضية ترتفع كلما انتقلنا إلى الأسفل فمنطقة الوشاح التي تلي القشرة الأرضية والتي تمتد إلى عمق 2900 كيلومتر تقريباً تبلغ درجة حرارتها نحو 2500 درجة مئوية، أما طبقة اللب الداخلي التي تلي طبقة اللب الخارجي فإن حرارتها تبلغ حوالي 3900 درجة مئوية وهي تتركب من مواد منصهرة في حالة سيولة، ودرجات الحرارة المرتفعة تنتقل من تلك الطبقات الداخلية إلى الطبقات الخارجية وحتى تصل إلى القشرة الأرضية ثم إلى الغلاف الغازي للأرض. إلا أن تلك الكميات من الحرارة المنطلقة نحو الجو تكون قليلة.

أما أسباب ارتفاع درجة الحرارة لطبقات الأرض فيعزى إلى عدة أسباب، فلب الأرض منصهر يحتوي على كثير من الطاقة الحرارية التي تتدفق نحو الطبقات الأعلى، كما أن قوى الجاذبية واحتكاك طبقات الأرض ببعضها بعضاً ينتج عنه ارتفاع كبير في درجة حرارة تلك الصخور والمياه الموجودة فيها، كذلك فإن تحلل

المواد المشعة الموجودة في باطن الأرض يتسبب في ارتفاع درجة حرارة جوف الأرض، كانحلال الراديوم واليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم وغيرها من العناصر ذات النشاط الإشعاعي، وهذا ما يجعل جانباً كبيراً من الطاقة الحرارية للأرض يتجدد بفعل النشاط الإشعاعي الطبيعي وقوة الجاذبية والاحتكاك.

الحقول الجيوحرارية

تبيِّن الدراسات الجيولوجية أن درجة الحرارة للقشرة الأرضية تزداد كلما انتقلنا نحو الأسفل وبمعدل يبلغ ثلاث درجات مئوية لكل مائة متر تقريباً حسب قياسات كثيرة أجريت في عدد من المناطق على سطح الأرض، إلا أنه في المناطق الزلزالية والبركانية فإن ازدياد معدلات درجات الحرارة في القشرة الأرضية يكون بدرجة أكبر.

وتعتمد تكنولوجيا إنتاج الطاقة الكهربائية من جوف الأرض على استثمار الحرارة العالية المتراكمة في بعض المناطق لإدارة توربينات توليد الطاقة الكهربائية، وهذه الحرارة يمكن الحصول عليها من ثلاثة أنواع رئيسة من الحقول الجيوحرارية، وهي:

1. حقول المياه الساخنة

يمكن أن تحتوي بعض التكوينات الجيولوجية في باطن الأرض على كميات كبيرة من المياه الساخنة والمضغوطة التي قد تبلغ درجة حرارتها أكثر من مائة درجة مئوية دون أن تغلي، وعندما يتم استخراج تلك المياه وتخفيف الضغط الواقع عليها، فإنها تتحوَّل إلى بخار يتم استخدامه لإدارة توربينات إنتاج الطاقة الكهربائية، كما

تتم الاستفادة مـن الماء المتكـاثف عنـدما يكـون آمنـاً في كثـير مـن الاسـتخدامات المهمـة كـري المزروعات ولأغراض طبية وعلاجية وغيرها.

أما عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من مائة درجة مئوية يـستخدم سـائل متطـاير يغـلي على درجة حرارة أقل من مائة كالفريون، وللعلم فالفريون أكثر من نوع، بعضها يغلي عند درجة 23.7 درجة مئوية وبعضها عند درجات حرارة أقـل، الهـدف هنـا عمليـة اسـتغلال حـرارة الميـاه لتسخين وتبخير الفريون أو الأيزوبيوتين ومن ثم استخدام البخار المتكون لإدارة التوربينات ومـن ثم تكثيفه لإعادة استخدامه من جديد، من اشهر الحقول المستثمرة اقتصاديا هـي الموجـودة في فرنسا والاتحاد السوفيتي سابقاً وايطاليا.

2. حقول البخار الجاف

هذه الحقول توجد في أعماق متفاوتـة في بـاطن الأرض تُـراوح بـين 100 و4500 مـتر وتبلـغ درجة حرارة البخار في العادة ما بين 150 و200 درجة مئوية وهي تتكون نتيجـة وجـود كميـات كبيرة من المياه في طبقات صخرية ساخنة، مما يؤدي إلى ارتفـاع حرارتهـا، وتكـون تحـت ضـغط مرتفع، وعند تحرير البخار من مكمنه يندفع بقوة كبيرة تكون كافية لتـشغيل توربينـات توليـد الطاقة الكهربائية، ومن امثلة هذه الحقول تلك الموجودة في ايطاليـا وفي كاليفورنيـا في الولايـات المتحدة وكذلك في ماتسوكاوا في اليابان.

3. حقول الصخور الحارة

تُعد هذه الحقول من الناحية النظرية من أهم مصادر الطاقة الجيوحرارية على الرغم من عدم استثمارها حاليـاً، فهـذه الـصخور الحـارة موجـودة في كثـير مـن منـاطق

العالم وخصوصاً في مناطق النشاط البركاني، فعلى بُعد بضعة كيلومترات في باطن الأرض ترتفع درجة الحرارة بشكل كبير وبالتالي يمكن اللجوء إلى التكنولوجيا المتقدّمة التي تحققت في مجال حفر آبار النفط والغاز الطبيعي في حفر آبار عميقة للوصول إلى تلك الطبقات من الأرض ذات درجات الحرارة العالية، ثم ضخ المياه فيها لتسخينها وتبخيرها، وبعد أن تعود إلى سطح الأرض يتم استثمارها لتوليد الطاقة الكهربائية ثم يعاد ضخها من جديد، ومن الامثلة على مصادر البخار الرطب تلك الموجودة في نيوزلندا والمكسيك والسلفادور واليابان والولايات المتحدة الامريكية.

ويبيِّن الباحثون أن هذه الحقول تُعد حالياً مصدراً واعداً للطاقة لم يتم استثمارها على الرغم من توفر الإمكانات التكنولوجية، إذ إنها تحتوي على مخزون ضخم من الطاقة الحرارية التي يمكن استخدامها لتشغيل توربينات توليد الطاقة الكهربائية.

ثالثا: طاقة حرارة باطن الارض ليست آمنة تماماً

يصعب تقدير احتياطات الطاقة الجيوحرارية نظراً لنقص المعلومات المتوفرة حالياً، وارتباط توليد الطاقة الكهربائية من حرارة الأرض بالقدرات التكنولوجية التي يمتلكها الإنسان ومدى قدرته على استخراج المياه الساخنة أو البخار واستغلالهما أو الوصول إلى الطبقات الصخرية الحارة القادرة على رفع درجة حرارة المياه أو أية سوائل أخرى يتم ضخها نحو تلك المناطق الساخنة.

وتثير هذه التقنية كثيراً من المخاوف والقلق، حيث يمكن أن تتسبب في زعزعة استقرار القشرة الأرضية في الأماكن التي يتم الحفر فيها لأعماق سحيقة وضخ المياه

الساخنة منها، ففي نيوزيلندا مثلاً تسبب حقل (ويراكي) المستثمر لتوليد الطاقة الكهربائية من حرارة الأرض بحدوث انخفاض في الأرض بعمق 13 متراً، ولتفادي وقوع مثل هذه المشكلة الخطيرة يتم حالياً ضخ المياه الباردة بشكل سريع في تلك الآبار للمحافظة على ضغط الماء في الخزان تحت الأرض، كما أن المهتمين بهذه التقنية يحرصون حالياً على الالتزام التام بالإجراءات الهندسية في عمليات الحفر لتفادي وقوع هزات أرضية أو زلازل جرَّاء عمليات الحفر العميقة التي قد تصدع التركيبات الصخرية المستقرة في الأرض بسبب الحفر أو بسبب ضخ المياه الباردة تحت ضغط مرتفع جداً.

لقد استفادت تكنولوجيا إنتاج الكهرباء من الطاقة الجيوحرارية من التطورات التي تحققت في مجال حفر الآبار للتنقيب عن النفط الخام والغاز الطبيعي، إلا أن المشكلة التي تواجه معدات الحفر في الأعماق تتمثل في الحرارة العالية في طبقات الأرض العميقة والضغط المرتفع واندفاع الماء الساخن والبخار خلال عملية الحفر الذي يمكن أن يحتوي على بعض المواد الكيميائية الآكلة التي تتلف معدات الحفر وهذا يستلزم تطوير معدات قادرة على مقاومة مثل هذه الظروف القاسية.

كما يخشى أن تكون المياه الحارة المستخرجة من باطن الأرض ملوثة ببعض العناصر الكيميائية السامة والمشعة والخطيرة، كذلك فإن تطوير هذه التقنية مرهون بمدى توفر معلومات مؤكدة حول حركة المياه الساخنة الجوفية ومدى توفرها وطرق انتقال الحرارة من تلك التيارات المائية في جوف الأرض وأماكن وجودها

والأعماق الموجودة فيها. وهذا يحدد طبيعة الآبار المزمع حفرها للوصول إلى تلك الخزانات الحرارية لاستثمارها بشكل فعَّال وبكفاءة عالية تضمن استدامة الحصول على الطاقة منها لفترات زمنية طويلة نسبياً.

ومن جهة أخرى فإن عمليات الحفر لأعماق كبيرة في الأرض يمكن أن تتسبب في انبعاث عدد من الغازات السامة والخطيرة، كأول أكسيد الكربون والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين الخطير ذي الرائحة الكريهة والسام الذي يشكِّل خطراً على الإنسان وعلى بقية الكائنات الحية والنباتات، وهذا يستلزم إيجاد طرق للسيطرة على تلك الغازات ومنع انطلاقها إلى الغلاف الجوي للأرض مما يتسبب في رفع تكلفة تكنولوجيا توليد الطاقة الكهربائية من حرارة الأرض.

ويُخشى أيضاً أن تكون المياه الحارة المستخرجة من باطن الأرض ملوثة ببعض العناصر الكيميائية السامة والمشعة والخطيرة، إذ بيَّنت المسوح الجيولوجية التي أجريت في بعض المناطق من العالم احتواء بعض حقول الماء الساخن على غاز الميثان المشتعل، وهذه المياه تكون واقعة تحت ضغط مرتفع جداً وعلى أعماق تتراوح ما بين 3-6 كيلومترات وبدرجة حرارة تبلغ 200 درجة مئوية، ومن أشهر تلك الحقول، الحقل الذي يقع في شمال خليج المكسيك الذي تبلغ مساحته 160 ألف كيلومتر مربع، كما يخشى من تلوث مياه الحقن ببعض المواد الكيميائية السامة والعناصر الثقيلة والمشعة، وهذا يستلزم إجراء تحاليل مختبرية كيميائية دورياً للتعرف على مدى سلامتها وكذلك عدم تلويثها للمياه الجوفية القريبة منها.

●●●

رابعا: مميزات تذلل العقبات

على الرغم من كل هذه المعوقات التي تواجه تكنولوجيا توليد الطاقة الكهربائية من الحرارة الجوفية إلا أنها في الواقع تتمتع بعدد من المميزات المهمة، فهي غير مرتبطة بتقلبات الحالة الجوية كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فإنتاجها من الطاقة يكون على مدار الساعة وطوال العام، وهذا يسهم كثيراً في تغطية تكاليف الإنتاج، كما أنها من مصادر الطاقة النظيفة في حال تمت السيطرة على الغازات الضارة التي يمكن أن تصاحب المياه الساخنة أو البخار المتدفق من جوف الأرض، كما أن مردودها من الطاقة عالٍ.

إن استثمار هذا المصدر المهم من الطاقة يتطلب في البداية القيام بكثير من عمليات حفر آبار الاستكشاف في المناطق التي يعتقد أنها تصلح لإقامة مشاريع الطاقة الجيوحرارية، مع إجراء الاختبارات للتأكد من مدى ثبات تدفق المياه الساخنة أو البخار. وعلى الرغم من أن الطاقة الجيوحرارية مجانية ومتوافرة في كثير من أصقاع الأرض، إلَّا أن الحصول عليها صعب للغاية ويتطلب تقنيات متقدِّمة لاستخراج الطاقة واستثمارات مالية عالية في البداية.

وفي سياق متصل فإن نظرة سريعة على وضع الطاقة في العالم مستقبلاً تبيِّن أنه ينبغي استثمار كافة مصادر الطاقة المتاحة لتحقيق إمدادات مستمرة منها، فبجانب الطاقة الجيوحرارية يجب استثمار الطاقة الشمسية حتى أقصى مدى متاح وكذلك طاقة الرياح والكتلة الحيوية (التي هي بقايا المخلفات النباتية والحيوانية والنفايات) وغيرها من المصادر جنباً إلى جنب مع بقية المصادر التقليدية للطاقة المعروفة حالياً التي ينبغي استثمارها بشكل أفضل وبكفاءة عالية مع المحافظة على بيئة كوكب

الأرض ولتحقيق التنمية المستدامة للأجيال المقبلة وبما يضمن استمرار التقدم والازدهار الذي حققته البشرية الآن.

ان الطاقة الحرارية المختزنة في جوف الأرض هي نوع من أنواع الطاقة الذي يطمع الإنسان أن يستخدمه كمصدر من مصادر الطاقة بعد أن ازداد الطلب على الطاقة في العصر الحديث بحيث أصبحت عصب الحياة، هذه الطاقة موجودة في صورة حرارة مرتفعة في جوف الأرض وبكميات هائلة جدا، غير أنها ليست موزعة بشكل متساو في كل مكان، وليست مركزة في مكان دون مكان، وهي لسوء الحظ تقع على أعماق شاهقة بالنسبة لسطح الأرض مما يجعل الاستفادة منها صناعيا حتى الآن أمرا صعبا، إننا نحس بها في عدة أشكال، فمن المعروف أن البراكين عندما تثور تقذف بالحمم من جوف الأرض، كذلك فإن درجة حرارة الصخور تزداد كلما تعمقنا في جوف الأرض. وهذه الزيادة ليست صغيرة، فهي تبلغ في المتوسط (30) درجة مئوية لكل كيلو متر من العمق، والزيادة أكبر من هذا في بعض المناطق، وخصوصا في المناطق البركانية.

وللاستفادة من هذه الطاقة الحرارية الضخمة نحتاج إلى سائل يحملها من جوف الأرض إلى القشرة الأرضية، وهذا متوفر أحيانا في شكل المياه الجوفية الساخنة جدا التي تتدفق خارج الأرض في بعض المناطق من العالم والتي يبني عليها الإنسان حمامات يقصدها الناس من أجل معالجة أوجاع الروماتيزم وغيرها من الأوجاع، وهذه المياه هي من مياه الأمطار التي تسللت في باطن الأرض واجتمعت في خزانات كبيرة (في جوف الأرض) في تماس مع الصخور الساخنة غير المنفذة للماء

فأخذت منها الحرارة. فإذا كان فوق هذه الخزانات صخور أخرى غير منفذة للماء فإن المياه تبقى فيها تحت ضغط عال، وذلك إلى أن يحفر الإنسان الآبار فيكتشف هذه المياه التي قد تخرج مع البخار نتيجة غليانها في جوف الأرض.

ويتألف كوكبنا الأرضي الذي نعيش عليه من عدة طبقات أولها القشرة الأرضية، ويعقبها مباشرة الطبقة الحاجبة، ثم جوف الأرض الذي يقسمه العلماء إلى قسمين: الجوف الداخلي والجوف الخارجي، وإذا اعتبرنا الأرض كروية تماما (وهي ليست كروية تماما، بل مفلطحة قليلا) فإن نصف قطرها يبلغ في المتوسط (6370) كيلومترا، أما القشرة الأرضية فتبلغ سماكتها في المتوسط (7) كيلومترات تحت قعر المحيطات، وبين (20) و (65) كيلومترا تحت اليابسة، ومن هنا ندرك أن هذه القشرة لا تقارن أبدا بباقي تركيب الأرض وإن ما يحفره الإنسان من آبار هو في هذه القشرة فقط، ومعروف أن القشرة الأرضية تتألف من صخور من أنواع مختلفة كالصخور البازلتية (وهي صخور بركانية موجودة في الأغلب تحت البحار والمحيطات) والصخور الجرانيتية (التي توجد في الأغلب في اليابسة).

أما الطبقة الحاجبة فإنها تمتد من تحت القشرة الأرضية إلى مسافة حوالي (2900) كيلومتر، ويعتقد العلماء أن هذه الطبقة هي طبقة صلبة أيضا مثل القشرة الأرضية، وإن كان قد يوجد فيها خزانات مياه جوفية (كما في القشرة) وذلك في الأجزاء القريبة من القشرة، ومن دراسة موجات الزلازل تبين للعلماء أن هذه الموجات تبطئ على بعد حوالي (200) كيلومتر من سطح الأرض، مما جعلهم

يعتقدون أن الصخور في هذه المنطقة من الطبقة الحاجبة هي أقـرب إلى نقطـة الانـصهار منهـا إلى أن تكون صلبة.

أما في مركز الكرة الأرضية فقد قدر العلماء درجـة الحـرارة بحـوالي (4) آلاف درجـة مئويـة، كما قدروا الضغط في بـأكثر مـن (3) ملايـين ضـغط جـوي، وللمقارنـة فـإن درجـة حـرارة سـطح الشمس تقدر بحوالي (6) آلاف درجة مئوية، ودرجة حـرارة باطنهـا بحـوالي (15) مليـون درجـة مئوية.

إن منشأ الحرارة في الأرض يأتي من مصدرين رئيسين وهما: الحرارة التي فيها منذ أن خلقهـا اللـه عز وجل، والحرارة الناتجة مـن نظـائر المـواد المـشعة ذات العمـر الطويـل والتـي لا تـزال مشعة حتى الآن، مثل نظير اليورانيوم 235، ونظير اليورانيوم 238، ونظـير الثوريـوم 232، ونظـير البوتاسيوم 40، وهذه هي أهم النظائر المشعة في مصدر الحرارة الأرضية، ويمكننا أن ندرك سبب اهتمام العلماء بحرارة الأرض إذا علمنا بأن التدفق الحراري المنبعث من القـشرة الأرضـية تبلـغ طاقته أربعين مليون ميجاوات، أي ما يعادل أكثر من أربعـة أضـعاف اسـتهلاك الطاقـة في العـالم اليوم.

إن تكنولوجيا اليـوم لم تـستطع حتـى الآن أن تـستفيد مـن الحـرارة المنبعثـة مـن القشرة الأرضية ولكنهـا اسـتطاعت أن تـستفيد نـسبيا مـن الحـرارة التـي تحملهـا الميـاه الساخنة الجوفية التي سبق أن ذكرناها في بداية هذا الموضوع، وفي الحقيقة فـإن بعـض هذه المصادر للحرارة تعطي مياها ساخنة، وبعضها يعطـي بخـار المـاء، وبعـضها يعطـي مزيجا مـن المـاء والبخـار وفي هـذه الحالـة الأخـيرة يـسمى النـاتج بالبخـار الرطـب، وفي

العالم اليوم عدة أماكن للحصول على الحرارة بهذه الطريقـة، وتـسمى بـالحقول الحراريـة. وقـد عرف كل حقل باسم المنطقة التي اكتشف فيها.

وهناك عدة حقول كبيرة عالميـا اشـتهرت بتـدفق المـاء الـساخن منهـا عـلى مـستوى اقتصادي، والمستوى الاقتصادي نعني به الحصول على الماء الساخن من أعماق لا تزيد عـن (2) كيلومتر وبكميات لا تقل عن (150) طنا في الساعة، وعـلى أن يكـون محتـوى الملـح في الماء ليس مرتفعا، أي بحدود (60) غراما في كل كيلو غرام مـن المـاء، ونـسبة عـدد الحقـول التي تعطي الماء الـساخن تبلـغ حـوالي (30) في المائـة مـن مجمـوع الحقـول العالميـة، وفي العادة يستفاد من المـاء الـساخن في التدفئـة، وتعـد إيـسلندا الدولـة الأولى في العـالم التـي استفادت من التدفئة بشكل واسع بهذه الطريقة، حيث يستخدم هذه الطريقة في التدفئـة أكثر من ثلاثة أرباع السكان، علما بأن هذا البلد هو من البلدان الباردة حيث تبلـغ درجـة حرارة الجو في المتوسط حوالي (4) درجـات مئويـة. وإضـافة إلى ذلـك فقـد امتـد اسـتخدام التدفئة ليشمل البيوت الزجاجية التي تستخدم في الزراعة، كما شمل تدفئة التربة الزراعية، وتدفئـة حظـائر الحيوانـات ومـزارع الأسـماك. وكـذلك اسـتخدم المـاء الـساخن في تجفيـف المحاصيل الزراعيـة، وفـيما يـسمى حمامـات الميـاه المعدنيـة، وأيـضا في المـضخات الحراريـة، والمضخات الحرارية عبارة عن أجهزة للتبادل الحراري، ففي حالتنا التي ندرسها يقـوم المبـادل الحراري بإعطاء حرارة الماء الساخن إلى سائل سريع التبخر (كالأمونيا والفريون مـثلا) فيتبخـر ويتم ضغطه ثم ينقل إلى مكان آخر حيث يـتم تبـادل الحـرارة مـن جديـد بينـه وبـين الجـو

المحيط مثلا من خلال مبادل حراري حيث يتكثف البخار معطياً حرارته التي حملها معه إلى الجو الذي نريد تدفئته.

أما الحقول التي تعطي مزيجا من الماء المغلي والبخار فهي موجودة عالميا بشكل أكبر من الحقول التي تعطي ماء ساخنا فقط، حيث تبلغ نسبتها حوالي (60) في المائة من مجموع الحقول العالمية، وفي هذه الحالة يكون الماء في الخزانات الجوفية تحت ضغط مما يجعل من درجة الحرارة أعلى من (100) درجة مئوية ويؤدي إلى تبخر جزء منه، وعند حفر الآبار في مثل هذه المناطق يتدفق الماء الساخن وينخفض ضغطه ويتبخر جزء آخر منه، وتختلف كمية البخار بالنسبة لكمية الماء من حقل لآخر، وفي مثل هذه الحقول يستفاد من البخار في توليد الطاقة الكهربائية بواسطة العنفات (أو التوربينات) البخارية، أما الماء فقد وجد أنه يحمل معه كثيرا من المواد الكيميائية التي تضر بالأنابيب التي يمكن أن تنقله، ولذا فإنه يعاد حقنه في الأرض بعيدا عن البئر الذي يستخرج منه الماء والبخار، كذلك يمكن أن يستخدم هذا الماء في التدفئة، وفي استخراج بعض هذه المواد الكيميائية إذا كان الإنتاج اقتصاديا، أي إذا كانت الكلفة متناسبة مع سعر المادة الناتجة، وفي هذه الحقول يمكن أن يتم الحفر إلى حوالي (5) كيلومترات للوصول إلى الخزان الجوفي.

أما الحقول التي تعطي البخار فقط فهي بشكل عام أقل، ونسبتها حوالي (10) بالمائة من عدد الحقول المستخدمة حتى الآن، وهذه الحقول يكون فيها الضغط مرتفعا والحرارة أكبر والصخور أكثر كتامة مما يؤدي إلى تبخر الماء فيها قبل خروجه عبر الآبار التي يحفرها الإنسان، وفي هذه الحقول يستفاد من البخار في توليد

الطاقة الكهربائية بواسطة العنفات البخارية أيضاً، وهنا أيضا يجب التخلص من الماء النـاتج مـن تكثيف البخار بعد توليد الطاقة منه، وذلك لأنه يحمل معه الأملاح والمواد الكيميائية. وفي هـذه الحالة يـتم أيـضا إعـادة حقنـه في الأرض مـما يـساعد عـلى إبقـاء الـضغط مرتفعـا في الخزانـات الجوفية.

ولعل من المفيد أن نذكر مقدار الطاقة الكهربائية التي تم استخدام الطاقـة الجوفيـة منهـا حتـى الآن، ففـي الــ (19) بلـدا في العـالم التـي تـم فيهـا تركيـب آلات لإنتـاج الطاقـة الكهربائية من هـذه المـصادر زادت قـدرتها قلـيلا عـن (7) آلاف ميجـاوات في عـام 1996م، وكان ثلثها تقريبا في الولايات المتحدة الأمريكية، واستحوذت الفليبين على حوالي (20) بالمائة منها، والبرازيـل عـلى حـوالي (10) بالمائـة، في حـين توزعـت البلـدان الأخـرى المقـدار البـاقي بكميات متفاوتة، كما يلاحـظ فـإن مقـدار الطاقـة هـذه قليـل جـدا عنـدما يقـارن بالإنتـاج العالمي من الطاقة الكهربائية الذي يبلـغ حـوالي (10) ملايـين ميجـاوات، وعنـد الكـلام عـن كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة فإننا نفاجأ عندما نعلم بأن هذه الكفاءة تبلـغ في المتوسط حوالي (14) في المائة فقط، في حين تبلغ كفـاءة الإنتـاج بواسـطة احـتراق البـترول حوالي (42) في المائة، وكفاءة الإنتاج بالوقود النووي حـوالي (33) بالمائـة، ولـذا يمكـن القـول بأنه في المدى المنظور لن تكون هذه الطاقـة بـديلا عـن طاقـة احـتراق البـترول، وعـلى ذكـر الكفاءة فإنه من المفيد أن نعرفها باختصار بأنها مقدار الطاقة التي يمكن أن نـستحوذ عليهـا من مقدار الطاقة المتوفرة فعلا في مصدر الطاقة المدروس.

●●●

وقبل البدء في إنشاء أي محطة لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق مصادر المياه الحـارة الجوفية تتم عدة دراسات وعمليات مسح لتحديد المناطق التي يتـوفر فيهـا حقـول المـاء أو البخار الجوفي، ومن الضروري في هذه المرحلة تحديد نوع النـاتج مـن الأرض، هـل هـو مـاء ساخن أم بخار، وما هي درجة حرارته، وما هو حجم الخزانات الجوفية التي يوجد فيها، وما هي نسب الأملاح والمواد الكيميائية فيه، ومـا هـي درجـة النفوذيـة أو الكتامـة في الـصخور التي حوله، وكذلك ما هو التركيب الإنشائي للصخور التي فوقـه، وهـذه الدراسـات تـستغرق زمنا ويشترك فيها علماء جيولوجيون ومهندسون من اختصاصات مختلفـة بغيـة الوصـول إلى المعرفة التامة عن المخزون الجوفي، ويـستخدمون في ذلـك آلات مـسح متقدمـة ومـن أنـواع مختلفة.

لكل هذه الأسباب فإن كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية مـن الطاقـة الحراريـة المختزنـة في المياه الجوفية مرتفعة قليلاً إذا قيست بكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية بواسـطة احـتراق البـترول، وفي الوقت الحاضر تتراوح كلفة إنشاء محطة توليد طاقة كهربائيـة بهـذه الطريقـة بـين (2000) دولار (6000) دولار لكل كيلوواط، وذلك تبعاً لكلفة حفر الآبار وكلفـة اسـتخراج المـاء الـساخن والبخار، ولكن إذا كان إنتاج البئر الواحد من البخار مرتفعـا بحيـث يمكـن إنـشاء محطـة بثلاثـة ميجاوات من البئر الواحد فإن كلفة إنتاج الكهرباء بهذه الطريقة يمكـن أن تـساوي كلفـة إنتـاج الكهربـاء عـن طريـق احـتراق الوقـود، وفي البلـدان التـي لـيس فيهـا بـترول وتتـوفر فيهـا هـذه المياه الجوفية يكون الاختيار واضحا بالنسبة لها، أمـا البلـدان التـي يتـوفر فيهـا البـترول فتبقـى كلفـة الإنتـاج بواسـطة البـترول أرخـص، ويجـب هنـا الإشـارة إلى أمـر مهـم وهـو أن محطـة

توليد الطاقة الكهربائية من الحرارة الجوفية يجب أن تقام في حقل المياه الساخن أو البخار، أو قريبة جدا من الحقل، حيث لا يمكن نقل الماء الساخن أو البخار إلى مسافات بعيدة، أما أنواع الوقود (وبشكل خاص البترول) فإنه يتم نقله إلى أي بقعة في العالم وبكلفة معقولة جدا.

وبمقارنة كل الطرق البديلة لإنتاج الطاقة الكهربائية (أي الطرق التي لا تعتمد على احتراق الوقود) نجد أن وحدات التوليد التي تم إنشاؤها لتوليد الطاقة الكهربائية من الحرارة الجوفية تبلغ قدرتها حوالي (60) في المائة من مجموع محطات توليد الطاقة بالطرق البديلة، أما محطات التوليد بواسطة طاقة الرياح فبلغت حوالي (33) في المائة من المجموع، في حين كان الباقي وهو (6) بالمائة بين محطات التوليد بالطاقة الشمسية ومحطات التوليد بطاقة المد والجزر، وبإضافة هذه المعلومة إلى المعلومة أعلاه حول مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة من الحرارة الجوفية نكرر القول بأن إنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة احتراق الوقود ستبقى هي الطريقة المفضلة ما لم يحصل قفزات نوعية في إنتاج الطاقة الكهربائية بالطرق الأخرى.

إن إنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق الاستفادة من طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية يعتبر مرغوبا فيه من وجهة نظر تلوث البيئة، وذلك لأن هذه الطرق نظيفة ولا تسبب مخلفات، أما إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الحرارة الجوفية فليس نظيفا لأنه ينتج عنه تلوث في البيئة، ففي إحدى محطات التوليد التي طاقتها الإنتاجية (1200) ميجاوات نحتاج إلى (9) آلاف طن في الساعة من البخار أو الماء والبخار، وهذه الكمية الكبيرة تحتوي على غازات يتم إطلاقها في الهواء المحيط،

وأهم هذه الغازات غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينطلق بكميات تختلف من محطة إلى أخرى، ولكن يجب إنصافه أيضا، ففي أسوأ أحواله في مثل هذه المحطات تكون كميته بحدود ثلث ما ينطلق من احتراق الفحم أو البترول، وما قيل عن هذا الغاز ينطبق بشكل مقارب على غاز الكبريت والأمونيا والميثان وأبخرة البورون والزئبق، وهذه كلها تنطلق في الجو عند استخراج البخار الجوفي.

أما الأبحاث التي تجري حاليا حول هذا الموضوع فتتلخص بما يلي:

1. اكتشاف حقول المياه الحارة الجوفية في المحيطات وتحت البحار ودراسة الاستفادة منها.

2. محاولة الوصول إلى حلول في بعض المشكلات الحالية.

3. إجراء تجارب للاستفادة من الصخور الحارة في باطن القشرة الأرضية بحيث يتم ضخ الماء إلى أعماق معينة عبر خطوط أنابيب فيسخن الماء أو يتبخر لدى تماسه مع هذه الصخور ويعود إلى سطح الأرض في أنابيب أخرى للاستفادة منه بطريقة مماثلة للمياه الجوفية الحارة أو البخار، وقد توصل العلماء إلى أن مثل هذا الحل يمكن أن يكون اقتصاديا إذا كان معدل تدفق الماء بحدود (70) لترا في الثانية، وكانت مساحة التماس بين الماء والصخور أكبر من (2) كيلو متر مربع، وهذا يعني أكثر من (200) مليون متر مكعب من الصخور.

4. إجراء تجارب للاستفادة من الحرارة المختزنة في الطبقة المذابة من الصخور في القشرة الأرضية، وهذه الطبقة المذابة هي التي تنطلق مع البراكين عندما تثور، وهذه التجارب تركز على اختيار المكان المناسب للوصول إلى هذه الصخور، ثم بعد ذلك تطوير معدات مناسبة للحفر والوصول إلى هذه الطبقة المرتفعة الحرارة جدا، وفي

هذا المجال يتم تجريب مواد مختلفة تصلح لمثل هـذه المعـدات، وأخـيرا تطـوير طـرق مناسـبة للاستفادة من هذه الحرارة الهائلة وذلك من أجل تبرير الكلفة المرتفعة التي ستترتب عـلى مثـل هذا المشروع.

تبوأت سويسرا المركز الرِّيادي عالميا في استثمار طاقة الأرض الحرارية، فهي لديها أعلى نـسبة منشآت للطاقة الجوفية، إلا أنها تفتقر إلى المحطات التي تقوم بتحويـل هـذه الطاقـة إلى طاقـة كهربائية، لاسيما وأن إيطاليا تتصدّر هذا المِـضمار منذ قرن من الزمن.

ربما تصوّرنا سويسرا على أنها بلد الثقوب، ولكننا هذه المـرّة لا نتحـدّث عـن ثقـوب الجبنـة السويسرية الشهيرة، ولا عن الأنفاق التي تخـترِق جبـال الألـب السويـسرية، وإنمـا نتحـدّث عـن ثقوب خفية لا تبدو للعيان، نتحدّث عن ثقوب تخترق باطن الأرض.

بلغ في سويسرا عدد المنشآت التي تقوم على أساس اسـتثمار حـرارة بـاطن الأرض (سـواء الهوائية أم المائية) 50 ألف منشأة، وبهـذا تكـون سويـسرا صـاحبة أكـبر كثافـة منـشآت للطاقـة الجوفية في العالم، وحقيقة هـذه المنـشآت أنهـا أنابيـب عَـمودية ومـضخّـات حراريـة، مهمّــتها الوصول إلى جوف الأرض واستخراج الطاقة الحرارية الكامِـنة والاسـتفادة منهـا في تدفئـة المنـازل والمكاتِـب والفنادق والدفيئات البيوت الزراعية خلال أشهر الشتاء، أما في الصيف فيحدث عكس العملية من خلال الدّفع بالطاقة الحرارية الزائدة إلى أعماق الأرض.

●●●

وتُعتبر الأسَر والشركات المستفيد الأول من هذا الشكل من أشكال الطاقة، لاسيّما وأن النسبة الكُبرى من تكاليفه تتلاشى خلال بِضع سنوات ولذلك، فإن الإقبال عليه يتزايد كما يتزايد انتشار محطات الطاقة الجوفية.

يقول دانيال باهود، رئيس مركز تيتشينو لدعم الطاقة الجوفية: "لقد تزايدت أعداد محطّات الطاقة الجوفية إلى أكثر من الضّعف خلال خمس سنوات".

خامسا: الكهرباء في مقاطعة توسكانا الإيطالية

بالرّغم من أن سويسرا لها مقام المعلّم في استخراج الطاقة الجوفية الكامنة، إلا أنها لا تزال تتعلّم كيف تستطيع أن تحوّلها إلى طاقة كهربائية، فلا وجود على الإطلاق لأية محطّة طاقة جوفية سويسرية تولّد الكهرباء خلافا لما هو موجود في ألمانيا، بل حتى في إيطاليا، التي استطاعت من خلال محطّة الطاقة الجوفية في مقاطعة توسكانا، أن تكون أول منتج لهذا الشكل من أشكال الطاقة الكهربائية.في هذا السياق، يوضح دانيال باهود: "لا شك بأن إيطاليا محظوظة، لأن المياه الساخنة تكاد تصِل إلى السطح، وبالتالي لم يكُن من الصّعب عليها استخدام الحرارة لإنتاج الكهرباء".

ويضيف: " أما سويسرا فليس فيها براكين، وجيولوجيتها مختلِفة، وللوصول إلى مصدر حراري جيِّد، ينبغي الحفر إلى أعماق كبيرة قد تصل إلى 5 كيلومترات".وليس من المبالغة لو قلنا بأن النزول إلى أعماق الأرض رحلة خدّاعة ومليئة بالمجاهل ولعلنا نأخذ العِبرة من العقبات التي اعترضت أشغال الحَفر في بازل ضمن مشروع المنجم الحراري الذي يرمي إلى بناء أول محطة للطاقة الجوفية في المدينة.

●●●

ساسا: مشروع بازل لإنشاء محطة لتوليد الكهرباء:-

يُعتبر مشروع بازل الموعود والرّامي إلى إنشاء محطة توليد الكهرباء من الطاقة الجوفية الكامنة مشروعا إبداعيا على مستوى عالٍ من التكنولوجيا والابتكار، ومن المُؤمّل أن يُصبح مقدِّمة لسلسلة من وحَدات إنتاج الكهرباء على نِطاق صناعي. وتقوم فكرة المشروع أساسا على ضخّ كميات من المياه الباردة إلى عُمق 5 كيلومترات في قاع الأرض، حيث تبلغ درجة حرارة صُخور باطن الأرض 200 درجة مِئوية، فعند ذلك يسخن الماء ثم يُعاد ضخّه إلى سطح الأرض ليُستفاد من طاقته الحرارية، ويتِم تحويلها إلى طاقة كهربائية تسد حاجة 10 آلاف عائلة. إلا أنهم تفاجَؤوا مع بداية الحفر بأن الأرض بدأت تهتَز، فتوقّف المشروع في عام 2007 نتيجة للهزّات الأرضية التي سبّبها ضخّ الماء داخل طبقات الصّخور الأرضية تحت ضغط عالٍ جدّا، عندئِذ اضطرت سلطات الكانتون والشركة المسؤولة عن أعمال الحفر "Geopower SA" إلى تعليق الأشغال، ولن يتِم استئنافها إلا بعد تقييم المخاطر تقييما دقيقا.

ومن هذا المنطلق، سجل دانيال باهود، رئيس مركز تيتشينو لدعم الطاقة الجوفية اعترافه قائلا: "إن أكبر العقبات تكمُن في أننا لا نعرِف بالتّحديد ماذا يوجد تحت القشرة الأرضية، فهناك كثير من المعلومات التي باستطاعتنا التعرّف عليها مُسبقا، ولكن هناك أيضا أمور تقتضي أن نمضي بها بطريق الاستقراء، فالخطورة في مهمتنا تكمن في أن النجاح ليس مضمونا".

●●●

سابعا: طاقة نووية طبيعية:-

كما أن هنالك صُعوبة في الحصول على الدعم المطلوب، ذلك أن الدِّراسات العِلمية لخصائص وصِفات الكون التي توجد تحت أقدامنا، محاطة بالتعقيد والغُموض، كما أن مواجهة الأرض للشمس من ناحية والرياح من ناحية أخرى، يُلحق بالأرض الهزيمة، على حدّ تعبير دانيال باهود، الذي استطرد قائلا: "إن الموارد الخاصة بالطاقة الجوفية تبدو محدودة، بالمقارنة مع غيرها من موارد الطاقة المتجدِّدة".

ففي عام 2008، قام المكتب الفدرالي للطاقة باستثمار نحو 5،1 مليون فرنك في مجال الطاقة الحرارية الجوفية في هذا الإطار قال ماركوس غايسمان من المكتب الفدرالي للطاقة: "إن الأموال المخصّصة للطاقة الحرارية الجوفية ضِمن إطار برامج الكنفدرالية السويسرية للطاقة تمثل 12٪ من الميزانية المخصّصة للطاقة المتجدِّدة".

وتُفيد المعطيات بأن المصادر الجوفية للطاقة الحرارية يمكنها أن توفِّر كميات رهيبة من الطاقة، ناهيك عن كونها نظيفة وصديقة للبيئة وخالية من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، أضف إلى ذلك أن المادّة الخام، وهي الحرارة، متوفِّرة طوال العام وبصورة دائمة، بغضِّ النظر عن الأحوال الجوية.

من جانبها، قالت كاتي ريكلين، الجيولوجية وعضو البرلمان الفدرالي: "الحديث هنا عن طاقة نووية ولكنها طبيعية"، خاصة إذا عرفنا أن من بين أسباب ارتفاع درجة حرارة جوف الأرض عمليات التحلل لعناصر مُشعّة موجودة في الطبيعة، مثل اليورانيوم.

●●●

وتشير الدراسات إلى أن الطاقة الكهربائية المُنتجة حاليا باستخدام الطاقة الحرارية الجوفية، لا تمثل 1٪ من الإنتاج العالمي من الكهرباء، من هذا المنطلق أعرب رئيس الجمعية السويسرية للطاقة الحرارية الجوفية عن أمله قائلا: "ستكون نُقلة رائعة إذا ما استطاعت سويسرا في يوم من الأيام توفير ما نسبته 3 - 4٪ من احتياجها بواسطة هذه الطاقة".

ثامنا: التوزيع الجغرافي لاستثمار الطاقة الحرارية في العالم:-

يستثمر عدد من دول العالم الطاقة الحرارية الجوفية لتوليد الطاقة الكهربائية، حيثما تتوفر آبار تصل درجة حرارة مياهها إلى ما فوق درجة الغليان ومن هذه الدول إيطاليا والفلبين واليابان ونيوزيلندا وألاسكا والولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا وألمانيا وأيسلندا والسويد والصين وإندونيسيا، ينظر الخريطة(6) وقد بلغ مجمل ما تم إنتاجه من الطاقة الكهربائية من الطاقة الحرارية للأرض في عام 2005م ما يعادل 8900 ميغاواط في 24 دولة في العالم، ثلث هذه الكمية من الطاقة تم إنتاجها في الولايات المتحدة الأمريكية، وارتفع إنتاج الكهرباء من الطاقة الجيوحرارية في عام 2013 ليصل إلى 11،700 ميغاواط، إضافة إلى 28،000 ميغاواط من الطاقة على شكل حرارة مباشرة، استخدمت لغايات تدفئة المجمعات السكنية والمنازل والمتاجر وفي العمليات الصناعية والتطبيقات الزراعية المختلفة.

وتعد حالياً الولايات المتحدة الأمريكية رائدة في مجال توليد الطاقة من الطاقة الجيوحرارية، ففي عام 2012 بلغ عدد الولايات التي فيها محطات لإنتاج الكهرباء من هذا المصدر ست ولايات، وهي: كاليفورنيا، حيث يوجد 36 محطة طاقة حرارية أرضية، وحيث تمكنت مدينة «سانتا مونيكا» من توفير معظم حاجتها من

●●●

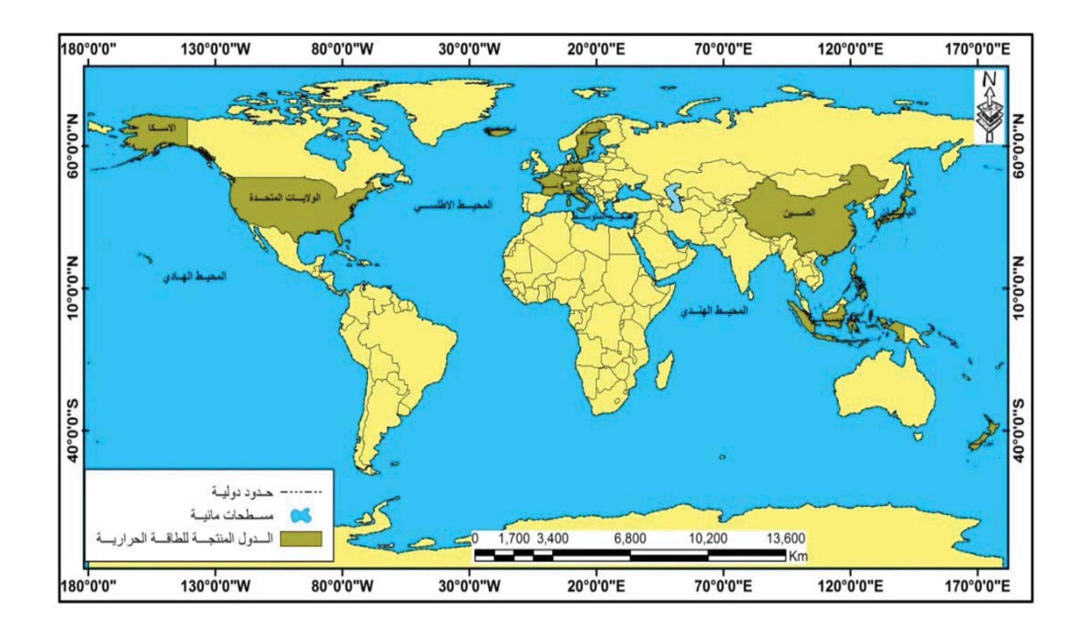
الطاقة الكهربائية من الطاقة الجيوحرارية، أما ولاية نيفادا فتوجد فيها 21 محطـة، وولايـة يوتـا وفيها محطتان، وكل من هاواي وآيداهو وأوريغون ويوجد في كل منها محطة واحدة.

ويلي الولايات المتحدة الأمريكية في مجال استثمار الطاقة الجيوحرارية لتوليد الكهرباء، دولة الفلبين التي تنتج 27 بالمائة من احتياجاتها من الطاقة من هذا المصدر.

كما اسـتطاعت عـدة دول أخـرى اسـتثمار الطاقـة الجيوحراريـة بـشكل جيـد، ومنهـا دولـة السلفادور التي تغطي حالياً نحو 20 بالمائة من احتياجاتها مـن الكهربـاء مـن الحـرارة الأرضـية، وإيسلندا التي تنتج 30 بالمائة من حاجاتها من الكهربـاء مـن هـذا المـصدر. كـما تـسعى بعـض الدول في شرق إفريقيا إلى تدريب كوادر بشرية وتأهيلها لاستثمار هذا المصدر مـن الطاقـة نظـراً للجدوى الاقتصادية التي تتحقق من مشاريع توليد الكهرباء من حرارة الأرض.

●●●

الخريطة(6) التوزيع الجغرافي لاستثمار الطاقة الحرارية في العالم.



●●●

الفصل الثامن

الطاقة الحيوية

●●●

الطاقة الحيوية: **(biomas energy)**:-

الكتلة الحيوية هي مادة عضوية يمكن حرقها أو تحللها واستخدامها كمصدر للوقود، وتعد شكل من أشكال الطّاقة الشّمسية لأنّها تستمد طاقتها الأصلية من الشّمس عن طريق عملية التّمثيل الضوئي، ويتم تخزين الطّاقة الشّمسية في محطات طاقة وهي متاحة لتحويلها إلى شكل من أشكال الطّاقة القابلة للاستخدام، تأتي طاقة الكتلة الحيوية بعدة أشكال، كحرق الوقود وتحويل المخلفات إلى طاقة، وجمع الميثان للغاز الحيوي، واستخدام محاصيل الطّاقة لإنتاج الوقود الحيوي، فعندما تسمع الغالبية من النّاس مصطلح "الطّاقة المتجددة" تفكر بالألواح الشّمسية أو توربينات الرّياح، ولكنّ الكتلة الحيوية تعدّ من أهم مصادر الطّاقة المتجددة استهلاكاً في الولايات المتحدة الأمريكية. وينتج معظمها من عمليات حرق الوقود والوقود الحيوي كالديزل الحيوي والإيثانول وتعد الكتلة الحيوية طاقة متجددة لان لدينا قدرة غير محدودة لزراعة النباتات، وبالتالي بإمكاننا دائماً الحصول على مخلفات الكتلة الحيوية الناتجة من هذه النباتات.

تقلل طاقة الكتلة الحيوية من اعتماد الدّول على النفط المستورد، وتقوى الاقتصاد الوطني محلياً ووطنياً، كما وتقلص من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الضارة (الغازات الدفيئة). وبالتالي نأمل أن تساهم تدريجياً في التخلص من الوقود الأحفوري تماماً في يومٍ من الأيام.

●●●

اولا: مصادر الطاقة الحيوية:-

حرق الاخشاب:-

يعد الخشب أكثر مصادر طاقة الكتلة الحيوية شيوعاً، فقد تم استخدام الخشب منذ الآلاف السنين لأغراض التّدفئة والطّهي، وحديثاً إنتاج الكهرباء، ويعد الخشب مصدر الطّاقة الرئيسي في جميع أنحاء المعمورة حتى سيطرة الوقود الأحفوري منتصف القرن التّاسع عشر، ولا يزال الخشب يستخدم اليوم لأغراض التدفئة والطّهي (خصوصاً في البلدان النامية)، ولكن الجزء الأكبر منه يستخدم لأغراض صناعية فبالإمكان حرق الخشب لإنتاج الكهرباء عن طريق الحرارة لتوليد البخار لتوربينات الدّوران، وتقوم بعض منشآت التصنيع بحرق مخلفات الخشب التّي تخرج منها (كالورق، وبقايا الخشب، ورقائق الخشب، ونشارة الخشب) للمساهمة في سد احتياجاتها من الطّاقة، ومن الممكن استخدام القمامة والنفايات من مكبات النفايات كمصدرٍ للطاقة، فحوالي نصف المخلفات في مكبّات القمامة تحتوي على مواد كتلة حيوية عضوية يمكن تحويلها إلى طاقة وتسمى هذه المادة أحياناً بالمادة الحيوية المنشأ، حيث تحتوى جميع المواد الحيوية المنشأ على طاقة كامنة.

يعد الورق والأعشاب والورق المقوى والخشب وبقايا الطعام أمثلة جيدة على مصادر كتلة الطّاقة الحيوية، ينتج البشر كميات غير معقولة من النفايات، فيقدر معدل النفايات التّي ينتجها الفرد الأمريكي بحوالي خمس باوندات في اليوم الواحد (الباوند تقريباً 453 غرام)، و تذهب هذه الكميات بسرعة إلى مكبات النفايات إذا لم يتم إدارتها بشكلٍ جيد، اذ هناك خيارات قليلة حول ما يمكننا فعله بهذه النفايات، وأحدها أنّ يتم حرق هذه النفايات في محارق النفايات الصلبة حيث يأخذ

الرماد مساحةً أقلّ وتعد هذه الطريقة فعّالة فيما يتعلق بتقليص كمية النفايات، ولكن ماذا عن المواد العضوية في النفايات التّي تحتوى على طاقة قابلة للاستخدام؟

هناك بديلٌ أفضل، وهو أن يتم استخدام هذه النفايات في محطات تحويل النفايات إلى طاقة، حيث يمكن أنّ تُستخدم هذه المحطات لانتاج طاقة حرارية عن طريق حرق المخلفات لتوليد البخار الذّي يحرك التوربينات لإنتاج الكهرباء، وتوفر هذه المحطات حالياً حوالي 15 مليون كيلوواط ساعي، موفرةً بذلك الكهرباء الكافية لمليون ونصف منزل، وبهذا لا نقلل من النفايات في مكبات النفاية فحسب، وإنّما نستخدمها لاحتياجاتنا من الطّاقة.

تكلف محطات تحويل النفايات إلى طاقة حالياً أكثر من وسائل انتاج الطَاقة القياسية الأخرى، ولكنّ بتطور التّكنولوجيا لن تظلّ هناك مشكلة، حيث أنّ الأمر يستحق العناء إذا ما نظرنا إلى فوائد تنظيف مدافن النفايات، ناهيك عن تقليص الحاجة إلى الوقود الأحفورى.

2. انتاج الغاز الحيوي:-

هناك مصدر آخر من الطّاقة يمكن الحصول عليه من مدافن النفايات وهو الغاز الحيوي وهناك مصادر أخرى للغاز الحيوي تتضمن السّماد، ومخلفات الصّرف الصّحي، والنّفايات الصّناعية، والنّفايات الزّراعية.

يأتي الغاز الحيوي من الكائنات الحية الدقيقة التّي تهضم (تكسر) المخلفات العضوية حيث تصبح خليط من غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون، وهذا ما يسمى أيضاً بالهضم اللاهوائي، وتشكل النفايات وفضلات الإنسان في المزارع ومحطات

معالجة مياه الصّرف الصّحي مصادر جيدة للوقود الحيوي، حيث يقوم هاضـم الميثـان اللاهـوائي بحبس كميات من المخلفات مع كمية محدودة من الأكسجين بتوفر درجات حرارة عاليـة لحـثّ البكتيريا على تحليل المخلفات أو هضمها، ومن الواضـح أنّ الرائحـة تـصبح مـشكلة إذا مـا كـان الهاضم قريباً جداً من المجمعات السّكنية.

يحتوي الغاز الحيوي على نسبة ميثان أقل بكثير من الغاز الطبيعي، ولـذلك يجـب "ترقيـة" الغاز الحيوي للوصول إلى المعايير اللازمة للاستخدام العملي يجب زيادة مستوى الميثـان وتقليـل مستوى ثاني أكسيد الكربون قبل الاستخدام بنسب تعتمد على طبيعة الإستخدام، فبعض الأشياء كالمراجل مثلاً، لا تتطلب غاز حيوي ذو جودة عالية، ولكن استخدام الغاز الحيوي كمصدر وقود مثلاً يتطلب أنّ يكون ذا جودة عالية.

بشكل أساسي فإن الغاز الحيوي المتجدد يمكنه أن يحل محل الغـاز الطبيعـي الأكـثر شـيوعاً والموجود في أعماق الأرض، ويمكن استخدامه لأي غرض من الأغراض التي يستخدم لأجلهـا الغـاز الطبيعي مثل التدفئة، والطهي، والإضاءة، وإنتاج البخار، وإنتـاج الكهربـاء، ويمكـن أن يـستخدم كوقود بديل في السيارات التي تستخدم الغاز الطبيعي.

3.انتاج الوقود الحيوي:-

يمكـن اسـتخدام الوقـود الحيـوي مثـل الإيثـانول والـديزل الحيـوي كمـصادر للوقود النظيف للسيارات من كل الأنواع، وعـادة مـا يـتم مزجـه مـع أنـواع الوقـود العادي كمكمل أخضر"، ولكـن مـن الممكـن أيـضاً أن يـستخدم لوحـده في سـيارات مخصصة لهذا الاستخدام، ان وقود الـديزل الحيـوي يـصنع مـن مـواد عـضوية مثـل

●●●

الدهون الحيوانية، والشحوم المعاد تدويرها، والزيت النباتي، وهو وقود متجدد، وغير سام، وقابل للتحلل، ونظيف، وآمن يصنع وقود الديزل الحيوي من خلال فصل الكتلة الحيوية إلى استرات حمض الميثيل الدهنية (FAME) والجليسرين، ان استرات الميثيل هي التي تشكل وقود الديزل الحيوي بينما الجليسرين هو نتيجة ثانوية ويمكن استخدامه في مستحضرات التجميل، والمستحضرات الصيدلانية، والصابون، والمحسنات الغذائية، ان معظم موارد إنتاج وقود الديزل الحيوي تأتي من الشركات التي تستخدم الدّهون الحيوانية أو الزيوت النباتية في منتجاتها ومن الجوانب الجذابة في وقود الديزل الحيوي أنه يتوافق مع معظم محركات الديزل، ويمكن مزجه مع الديزل العادي بأي كمية من دون أي تعديلات لازمة على المحرك.

وتستخدم تسميات محددة للدلالة على نسبة استخدام وقود الديزل الحيوي، على سبيل المثالB20 يحتوي على 20٪ من وقود الديزل الحيوي و على 80٪ من ديزل البترول. أما B100 فتحتوي على 100٪ وقود الديزل الحيوي.

يمكن استخدام B100 مع بعض المحركات الحديثة (محركات 1994والأحدث منها). على الرغم من أنّ هناك بعض السّلبيات.

وقود الإيثانول:-

يعرف الإيثانول بحكول المحاصيل، وهو وقود سائل يصنع من محاصيل الطّاقة كالذّرة وقصب السّكّر، فعندما تُخمّر هذه المحاصيل تطلق الإيثانول الممكن استخدامه كوقود نقل للسيارات، لقد تم استخدم الإيثانول في بداية عهد

السّيارات، وتوقع هنري فورد أن يكون "وقود المستقبل"، لكن البنزين سيطر على السّوق في نهاية المطاف بسبب رخص تكاليف انتاجه وكفاءته العالية (الإيثانول أقل كفاءة بنسبة 34% من البنزين).

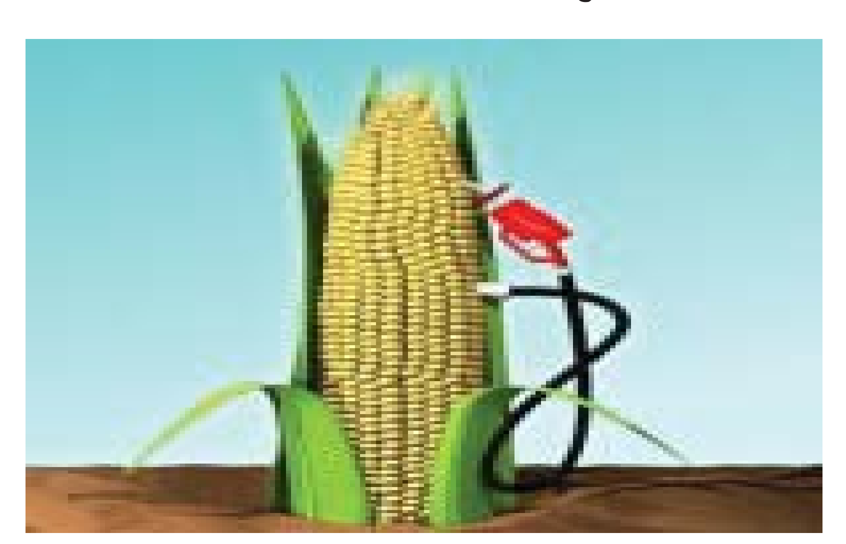
ان معظم السّيارات في الولايات المتحدة الأمريكية قادرة على التّشغيل بمزيج من الإيثانول بنسبة لا تتجاوز 10%، وأكثر من نصف محطات الوقود تضيف الإيثانول، ويفرض إضافة الإيثانول إلى البنزين عن طريق القانون في بعض الولايات، وحديثاً، تعرض المزيد من السّيارات المرنة فيما يتعلق بالوقود في السّوق، حيث تستطيع هذه السّيارات أنّ تعمل على وقود E85 (يتكون من 85% إيثانول و 15% بنزين). وحتى البنزين المستخدم فيها هو عبارة عن مزيج من الايثانول والبنزين.

تعد الذّرة المحصول الأكثر شيوعاً لإنتاج الإيثانول في الولايات المتحدة الأمريكية، والثّاني في البرازيل، ينظر الصورة(22) حيث يحتل قصب السّكّر المركز الأول هناك، ولا يهم المحصول مصدر الإيثانول لأن الإيثانول سيكون بنفس الجودة، والعوامل الرئيسية التّي تحدد المحصول هي تكلفته وتوافره، حيث أنّ هناك محاصيل تنمو بشكل أسرع في أماكن معينة من العالم أكثر من غيرها.

وهناك الكثير من البحث والخوض نحو إيجاد مصادر بديلة للإيثانول وطرق لزراعة المحاصيل بشكل أسرع وأقلّ تكلفة، حيث أنّ جودة المحاصيل لا تهم لأنها غير مستخدمة للأكل، ومن المحاصيل العديدة التي يمكن استخدامها لإنتاج الإيثانول كالبطاطا، والذّرة الرّفيعة (السّورغام)، والسوغراس، والشّعير، كذلك

بعض المواد الأولية السّليولوزية كالخشب، والعشب، والصحف، ومخلفات المحاصيل، والأجزاء غير الصالحة للأكل من النباتات، لكن هذه المحاصيل السّليولوزية تنطوي على صعوبة أكثر في إنتاج الإيثانول لأنها تحتاج في البداية إلى تكسيرها إلى سكريات بسيطة قبل أنّ يتم تخميرها.

الصورة(22) توضح كيفية استخلاص الطاقة الحيوية من محصول الذرة



هناك العديد من الفوائد لاستخدام وقود الإيثانول، حيث يقلص الاعتماد على النفط المستورد (إذا ما تم انتاج الإيثانول محلياً) ويخفف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (الغازات الدّفيئة)، كذلك يقوي صناعة الزّراعة، ويخلق وظائف للعمل في مجال الطّاقة المتجددة، ان الإيثانول قابل للتحلل، ولذلك إذا ما كان هناك تسرب كبير للإيثانول فإنّ هذا يهدد البيئة والصّحة العامة، ينخفض سعر الإيثانول باستمرار بسبب التّحسينات التكنولوجية في إنتاجه وازدياد الطّلب على وقودٍ أنظف.

●●●

ثانيا: التأثيرات البيئية لطاقة الكتلة الحيوية-:

عندما يتم حرق الكتلة الحيوية فإنّها تطلق كميةً من ثاني أكسيد الكربون مساويةً لما يطلقه الوقود الأحفوري فلماذا إذن تعتبر الكتلة الحيوية طاقة نظيفة؟ إنّ ذلك بسبب عملية طبيعية تسمى دورة الكربون، حيث يمكن تعويض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة من طاقة الكتلة الحيوية عن طريق زرع نباتات جديدة، فخلال عملية التّمثيل الضّوئي، تمتص النباتات نفس كمية ثاني أكسيد الكربون الذّي تطلقه أثناء حرقها. وينتج عن ذلك تعادل طبيعي وصحي لمستويات ثاني أكسيد الكربون تكون فيه انبعاثات الكربون الصّافية ثابتة.

إنّ الوقود الأحفوري ناتج من مواد عضوية قديمة، لكنّها لا تلعب دوراً في دورة الكربون، فعندما يتم حرق الوقود الأحفوري، لا يكون هناك زراعة جديدة لتعويض النّاتج الكربوني عن عملية حرقها، وبهذا يساهم الوقود الأحفوري في تلوث البيئة والاحتباس الحراري، كما تنتج محطات طاقة الكتلة الحيوية انبعاثات أقل ضرراً من محطات طاقة الوقود الأحفوري، فعلى سبيل المثال، يخرج الفحم كبريتاً (المسبب الرئيسي للإمطار الحمضية والضّباب الدّخاني)، وزئبقاً (مضر للأعصاب)، كذلك تنتج محطات طاقة الكتلة الحيوية انبعاثات أقل من أكاسيد النيتروجين التّي تساهم في زيادة سوء نوعية الهواء.

ومن المهم إعادة زراعة محاصيل الكتلة الحيوية بنفس المعدلات التّي يتم حصدها لإنتاج الطّاقة، وهذا ليس ضرورياً لتعادل دورة الكربون فحسب، وإنّما أيضاً لمنع نضوب التّربة والمحاصيل لتحقيق الاستدامة في المستقبل.

●●●

وهناك خوف آخر يتعلـق بنقـصان الأشـجار والمراعـي والغابـات والـسافانا لإفـساح المجـال لزراعة محاصيل الكتلة الحيويـة، حيـث أنّ تـدمير هـذه الأراضي يمكـن أن يـؤدي إلى مـشاكل في السلسة الغذائية والتّي تؤثر على انتاج الغذاء بمستويات مختلفة.

إنّ مصادر الكتلة الحيوية التي تفيدنا هي من توفر المحاصيل لانتاج الطاقة من دون التأثير على البيئة ومصادر الغذاء، فيجب التّوصل إلى توازن دقيق من خلال تحليلٍ متأنٍ قبل تنفيـذ أي عملية لإنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية.

●●●

●●●

الفصل التاسع

الطاقة النووية

•••

●●●

تمهيد:-

بعد الثورة الصناعية التي شهدها العالم في القرون الأخيرة، برزت الحاجة لوجود مصادر الطاقة التي تزود آلات المصانع ووسائط النقل بالطاقة التي تمكنها من القيام بعملها، فتم اكتشاف الوقود الأحفوري والنفط والغاز الطبيعي، ومع تنامي خطر نضوب مصادر هذه الطاقة والصراعات على هذه المصادر التي خلفت الدمار في العالم، جاءت ضرورة البحث عن مصادر بديلة للطاقة التي تستطيع من خلالها هذه الدول توليد الطاقة الكهربائية لتشغيل الآلات والمصانع، فمن هذه المصادر الطاقة الشمسية التي لاقت رواجاً كبيراً في العالم نظراً لمجانيتها فهي طاقة متوافرة طبيعياً من الشمس وليس هناك حاجة لدفع المبالغ الضخمة لتوليدها، كما أنها طاقة صديقة للبيئة لا تشكل خطراً عليها، ومنها أيضاً طاقة الرياح وطاقة المياه وما يعرف بالطاقة النووية، وهي الطاقة التي تنتج عن طريق التفاعلات النووية الذرية، وهي الطاقة المستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية الضرورية لجميع مناحي الحياة في تشغيل الآلات والأجهزة الكهربائية ووسائل أو أجهزة الاتصالات وغيرها، والناتجة عن طريق تبخير المياه لإنتاج الطاقة الكهربائية.

تعتمد الطاقة النووية على اليورانيوم، والذي يتم استخراجه من الأرض عن طريق تعدينه، فتنشطر ذرات هذا العنصر عن طريق الانشطار النووي، والتي يتم التحكم فيها بدقة متناهية جداً، فأي أي خلل فيها ينجم عنه كوارث هائلة لا تحمد عاقبتها، إن عملية الانشطار البطيء تتم في المفاعلات النووية المستخدمة في التوليد الطاقة، أما الانشطار السريع فيتم عند تفعيل واستخدام الأسلحة النووية الفتاكة.

●●●

لاقت الطاقة النووية انتشاراً واسعاً في العالم على الرغم من تكلفتها الباهظة واحتياجاتها المائية الهائلة، وعلى الرغم أيضاً من آثارها البيئية على جميع الكائنات الحية، فهي تسبب العديد مشاكل مرضية كالسرطانات، وحدوث التشوهات في الأجنة، وخطورتها قد تمتد على امتداد الزمان وتعاقب الأجيال فلا تقف عند حد معين بل تتناقل وراثياً، لذلك فالمحاولات قائمة الان على إحلال الطاقة النظيفة كالطاقة الشمسية بدلاً من الطاقة النووية أو النفط أو الوقود أو الغاز الطبيعي، نظراً لما تسببت به من أضرار على مختلف الأصعدة، أما في دولنا العربية فالمحاولات النووية ما زالت حديثة العهد، على الرغم من تقدم باقي الدول في هذا المجال ومنذ عقود خلت تلاقي الطاقة النووية امتعاض وغضب الشعوب، فبمجرد سماع سكان منطقة معينة بنية الحكومة

لإنشاء محطة نووية تبدأ الهبات الشعبية بهدف إجهاض هذه المحولات.

ومن الجدير بالذكر حدوث انفجارات خطيرة هنا وهناك في عدة مناطق من العالم في بعض المفاعلات النووية مما شكل دماراً هائلاً لاقت الدول الويلات من ورائه.

اولا: مفهوم الطاقة النووية: -:(**Nuclear Energy**)

الطَّاقة النووية هي الطاقة التي يتم توليدها من خلال انشطار أو اندماج الأنوية النووية، ويتم ذلك في المفاعِل النووي الذي يكون ذا مواصفاتٍ خاصةٍ للتحكّم بالتفاعلات حتى لا تخرج عن السيطرة، ويتمّ الحصول على الطّاقة النّوويّة من خلال توجيه نيوترات نحو نوى ذرات اليورانيوم ممّا يؤدّي إلى انشطارها مكوّنة

نيوترات أخرى تهاجم نواة ذرات أخرى مسبّبةً سلسلة من الانـشطارات النّوويّـة، وفي كـلّ حالـة انشطار تطلق طاقة حراريّة عالية، ويتمّ إنشاء مفاعلات نوويّـة خاصّـة مـن أجـل توليـد الطّاقـة الكهربائيّة حيث يتم تسخير الطّاقة النّاتجة عن الانشطارات النّوويّة من أجل تسخين المياه التـي بدورها تتشكّل منها أبخرة ماء بدرجة حرارة عالية تعمل على تحريك زعـانف التّوربينـات ومـن ثمّ توليد الطّاقة الكهربائيّة التي ينتفع منها النّاس.

اما اليورانيوم فهو من العناصر الـ50 الأكثر وفرة في القشرة الأرضية، ويُمكِـن العثـور عليـه في آثار صغيرة جداً في مُعظم الصخور و يوجد أيضاً في مياه المُحـيط، وفي القـشرة الأرضـية يوجـد في المعادن مثل يورانينيت، كارنوتيت، وتوربرنيت.

تم اكتشاف اليورانيوم بواسطة الكيميائي الألماني مـارتن كلابـروت، في عـام 1789، و قـام باكتشاف هذا العنصر أثناء تجاربه على معدن اليورانينيت، لم يتم عزل اليورانيـوم بـشكل كامـل حتى عام 1841 بواسطة الكيميائي الفرنس يوجين.

لقد تمت تسميته بهذا الاسم بواسطة (مارتن كلابروت) على اسم (كوكب أورانوس) الـذي كان مُكتَشَف حديثاً في ذلك الوقت.

ثانيا: تخصيب اليورانيوم:-

يستخرج عنصر اليورانيوم كمادة خام من الأرض على شكل أملاح طبيعية، ويتم تحويلها الى عجينة صفراء تسمى أكسيد اليورانيوم وهي مرحلة مـا قبـل التخـصيب وعـدم الاسـتقرار، وتـتم عمليات تنقيته وأكسدته للحصول على مادة يورانيوم 235 وهي المادة المهمّة في صناعة الاسلحة النووية، وتبلغ نسبتها 1% فقط أي أنّ ما نسبته 99% مـن العجينـة الـصفراء وتـسمى يورانيـوم 238 لا نستفيد منها.

●●●

اما المرحلة الثانية فيتم تحويل هذه المادة الى غاز عن طريقة إضافة أكسيد الهايدروفلوريك، وعن طريق الأسطوانات ذات السرعة العالية جداً نقوم بفصل المركبين وهما بالحالة الغازية ويشترط بالأسطوانات ان يكون الاتزان بها تام، وتتحمل قوة الدورات، خفة الدوران، انتاج سرعة فائقة وعظيمة كل دقيقة لفصل العناصر وتتكرر عملية الفصل هذه 1400 مرة تقريبا للحصول على اليورانيوم 235، ولتوليد الكهرباء نحتاج لتركيز اليورانيوم 235 بنسبة 5%، أمّا في حالة صنع سلاح نووي فنحتاج لنسبة 80% كأقل تقدير ويلزمنا 1500 جهاز طرد مركزي تعمل لشهور لتجميع 20 كيلوغراماً من اليورانيوم المخصب لصنع رأس نووي واحد، وللتفصيل هنالك طريقتين للتخصيب هي:-

1. طريقة الطرد المركزي: تستغل الاختلاف البسيط بين اليورانيوم 235 واليورانيوم 238 فيتم استغلال اليورانيوم في صورته الغازية الموجودة داخل الاسطوانات لتدور بسرعة عالية جدا لتصل الى اعلى من سرعة الصوت، فتندفع الذرات الاثقل وهي بطبيعة الحال ذرات اليورانيوم 238 نحو الخارج وتتراكم على جدران الاسطوانات وتتجمع ذرات اليورانيوم 235 حول مركز الاسطوانة وتعاد هذه العملية عدة مرات ليزيد تركيز اليورانيوم 235 أكثر فاكثر.

2. طريقة التخصيب بواسطة النفاذ: عندما تبدأ المضخات بضخ اليورانيوم بصورته الغازية تجتاز ذرات اليورانيوم 235 الأخف وزناً الحاجز الموجود بسرعة أكبر من ذرات اليورانيوم 238 الأثقل وزناً منها، ويجب هنا تكرار العملية أكثر من

1400 تكرار للحصول على التركيز المناسب من يورانيوم 235 والتركيز المناسب يقـدر بتركيـز 3 % من سادس فلورايد اليورانيوم، ينظر الصورة(23).



الصورة(23) توضح طريقة تخصيب اليورانيوم



ثالثا: الخصائص و المواصفات:-

تحت الظروف العادية اليورانيوم هو معدن فضِّي صلب، و لكن به ليونة (بمعنى أنه يمكن ثنيه) و هو عنصر قابل للسحب (بمعنى أنه يمكـن أن مـدَّهُ إلى سِـلك طويـل، و هـو كثيـف جـداً وثقيـل، واليورانيوم النقي هو عنصر إشعاعي، ويتفاعل مع معظـم العنـاصر الغـير معدنيـة لـصُنع مُركَّبـات، وعندما يتَّصِل مع الهواء سوف تتكون طبقة رقيقة سوداء من (أكـسيد اليورانيـوم) عـلى سـطحه، ان اليورانيوم (235) هو النظير الإنشطاري الوحيد الذي يأتي من الطبيعة، (الانشطاري: يعني أنه يُمكِنَـهُ

توليد سلسلة مـن ردود الفعـل مـن الانـشطار النـووي)، وهـذه الخاصـية تكـون مهمـة جـداً في المفاعلات النووية و المُتفجرات النووية.

استخدامات اليورانيوم:-

ان الاستخدام الرئيسي لليورانيوم اليوم هـو الحـصول عـلى الوقـود في محطـات الطاقـة النووية، فمحطات الطاقة النووية توَّلِّد الكهرباء من خلال القيام بعملية انشطار نووي تحت رقابة وتحكُّم باستخدام اليورانيوم، وهذا ينـتُج عنـهُ كمِّيَّـة كبـيرة مـن الطاقـة مُقابِـل كمِّيَّـة صغيرة من اليورانيوم، فـكيلوجرام واحد من اليورانيوم يُمكِن أن يُنتِج طاقة تُعـادِل مـا يـستهلكه 1500 طن من الفحم.

يتم استخدام اليورانيوم أيضاً بواسطة الجيش في أنواع من الذخيرة الخاصة، ويتم استخدام (اليورانيوم المنـضب) في الرصـاص و القـذائف الكبـيرة لجعلهـا صـلبة و كثيفـة بمـا فيـه الكفايـة لاختراق الأهـداف المُدرَّعـة، كـما أنَّـهُ يـتم اسـتخدامه لتحـسين الـدروع المعدنيـة المُـستخدمة في الدبابات وغيرها من العربات المُدرَّعة.

رابعا: مصادر إنتاج الطاقة النووية:-

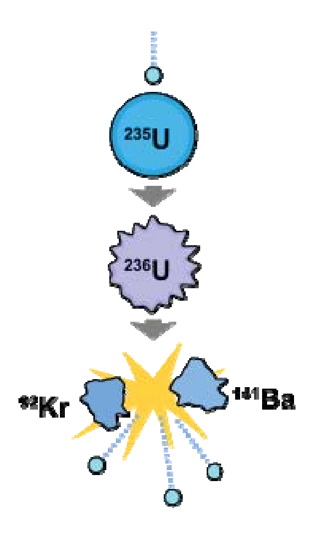
توجد هناك طريقتان لإطلاق طاقة الذرة وهي طريقة الانشطار النووي وطريقـة الانـصهار النووي وهاتين الطريقتين تعتمد أساساً على مبدأ أن أنوية الذرات متوسطة الحجم أكثر استقراراً من الأنوية الكبيرة جداً أو الأنوية الصغيرة جداً أي أن انشطار نواة ذرة اليورانيوم 237.

طاقة الانشطار النووي:-

يمكن أن تنشطر نواة الذرة إلى عدة أنوية متوسـطة الحجـم بتعرضـها لـسيل مـن النيوترونات وتطلـق كميـة عاليـة مـن الطاقـة ويـسمى بالانـشطار النـووي. أمـا عنـدما

تندمج نويات بعض العناصر مثل الديتريوم والتريتيوم ليكونا ذرة أكبر وتطلق طاقة عالية فيسمى هذا التفاعل بالاندماج النووي، ينظر الشكل(15)

الشكل(15) توضح تفاعل الانشطار النووي لليورانيوم-235 بواسطة النيوترون



ب. طاقة الاندماج النووي أو (الانصهار النووي)

المصدر الآخر للطاقة الذي تتوجه إليه أنظار الدول المتقدمة هو الانصهار الحراري المضبوط فهو مصدر للطاقة كان منذ عشرين سنة محطة آمال الجميع.

وفي الوقت نفسه كانت المشاكل الناجمة عنه موضع تساؤل من الجميع، فقد قام العلماء بإنشاء عدد كبير من الآلات بهدف التوصل إلى ترويض تفاعلات الانصهار الحراري، حيث يأمل الإنسان أن يكون قادراً على تغذية شبكاته الكهربائية بمفاعلات تعمل على مبدأ الانصهار الحراري، ولكي تتحد البروتونات أو النويات ببعضها البعض ينبغي توفر شروط في الضغط والحرارة وهي نفسها الموجودة داخل النجوم والتي تتلخص بضغط يعادل ملايين المرات مقدار الضغط

الجوي ودرجة حرارة تساوي مئات الملايين من الدرجات وقد تحقق بالفعل في المختبرات بتحقق شرط واحد.

والطاقة النووية المستخدمة في الوقت الحاضر للأغراض السلمية يتم توليده عن طريق تفاعل الانشطار أما تفاعل الاندماج فما زالت استخداماته لتوليد الطاقة في الأغراض السلمية موضع البحث والتطوير ويرجع السبب في ذلك لوجود بعض الصعوبات الفنية في إيجاد مواد مناسبة لبناء المفاعلات التي يتم فيها التفاعل الاندماجي بحيث يتحمل الحرارة الهائلة التي يجب توفيرها لإحداث النشاط الاندماجي التي تقدر بملايين الدرجات المئوية، وقد صحب إنتاج الطاقة النووية توسعاً هائلاً في تطبيقات التقنيات النووية في مختلف المجالات كالطب والزراعة والصناعة وهذا بحد ذاته ثمرة التوسع في استثمار الطاقة النووية فأجهزة الفحص والتحليل والمعالجة التي تطبق النووية يكاد لا يخلو منها أي مستشفى متقدم وعمليات التعقيم للإبر والأدوات الطبية تجري الآن على نطاق واسع وذلك عن طريق تعريضها لحزم من أشعة جاما لإبادة الجراثيم والميكروبات. غير أن كثيراً من التطبيقات النووية تستخدم الآن في مكافحة الحشرات والآفات الزراعية وفي تحسين نوعية المحاصيل الزراعية وقياس التربة والرطوبة وفي مجالات مصادر المياه الجوفية وغيرها من الاستخدامات التي لا يمكن حصرها. والتوسع في إنتاج الطاقة النووية لا يعني أنها وسيلة مأمونة فهناك الكثير من العوامل التي تحدّ من تعميمها وانتشارها فأخطار الأشعة على البيئة والإنسان عاقة في الأذهان وهي تبدأ في مناجم استخراج وتعدين الوقود النووي مارّة بعمليات تشغيل المفاعلات النووية التي لا

تخلو من تعرض العـاملين فيهـا لجرعـات إشـعاعية وتنتهـي بمـشكلات الـتخلص مـن النفايـات والمخلفات الإشعاعية التي تزداد وتتعقد مع التوسع في إنتاج الطاقـة النوويـة التـي وصـلت إلى حوالي 5% من كمية الطاقة المستهلكة في عام 1980 ثم من المتوقع أن تصل إلى حـوالي 19% في عام 2000م.

خامسا: مزايا وعيوب الطّاقة النّوويّة:-

تتميّز الطّاقة النّوويّة بعدّة ميّزات منها سهولة توفّر المواد المستخدمة في المفاعلات النّوويّـة وهي عنصر اليوارانيوم المشعّ وسهولة نقلها بخلاف مواد البترول والفحم التي تحتاج إلى صـعوبة في استخراجها من باطن الأرض وتكريرها ونقلها، كما أنّ المفاعلات النّوويّة لا تحتـاج إلى مـساحةٍ كبيرة كحال مشاريع توليد الطّاقة الشّمسيّة أو طاقة الرّيـاح، كـما أنّ الطّاقـة النّوويـة التـي يـتمّ إنتاجها من طنٍ واحد من اليورانيوم تعادل ملايين الأضعاف من الطّاقة التي تنتج من قبل النّفط أو الفحم، كما لا تسبّب الطّاقة النّوويّة انبعاث المواد المضرّة بالبيئـة مثـل ثـاني أكـسيد الكربـون وثاني أكسيد الكبريت التي تنتج عن احتراق النّفط والفحم وما يسبّبه ذلك من مشاكل الاحتباس الحراري والمطر الحمضي وغير ذلك.

اما مساوئ استخدام الطّاقة النّوويّة هي معروفة ولا تخفى على أحدٍ، وأهمّها المخـاوف مـن تسرّب الإشعاعات النّوويّة من المفاعلات النّوويّـة، حيـث إنهـا تـؤثر عـلى الكائنـات الحيـة، وتـسبب الإعاقات والتشوّهات، كما يمكن أن تسبِّب المـوت مبـاشرةً، فالأشـعة تـدخل إلى الخلايـا وتـؤثِّر عـلى تفاعلاتها بشكلٍ مباشر، وتعتبر عملية التخلّص من المخلَّفات الناتِجة عن التفاعلات مشكلة كبيرة لأنها قد تصل إلى غذاءِ السّكان عن طريق وصولها إلى مياه الشرب أو إلى النباتات مـن خـلال التـسريبات

داخل طبقات الأرض كما أنّ هناك صعوبة في التّخلص من النّفايات النّوويّة لذلك تلجأ الدّول المتقدّمة إلى دفنها في طبقات جيولوجية بحيث لا يصل تأثيرها إلى الإنسان كما أنَّ تكلفة بناء المفاعل النووي كبيرةٌ جداً يصعب على بعض الدول إنتاجها.

سادسا: مجالات استخدامات الطاقة النووية:-

تعدّ الطاقة النوويّة من المصادر المهمة للطاقة، فإلى جانب استخدامها في الجانب العسكري والتسلّح العالمي باعتبارها من أقوى الأسلحة في العالم، حيث تم استخدام الطاقة النووية في قديم الزمان من خلال القنبلة النووية التي ألقتها الولايات المتحدة الأمريكية على هيروشيما ونكازاكي مما تركت خلفها الكثير من الآثار المدمرة وقضت على أعدادٍ كبيرة من السكان، إلا أنه فيما بعد تم استثمار هذه الطاقة في المجالات المفيدة المختلفة لخدمة مصالِح الإنسان وكما يأتي:-

المجال العسكري: يتم استخدام اليورانيوم والتيتانيوم في تصنيع القنابل النوويّة والذريّة.

المجال الطبي: حيث تستخدم النظائر النوويّة الناتجة عن عمليّة الانشطار النووي في تشخيص الأمراض الكثيرة مثل السرطان، من خلال تدمير الخلايا السرطانية ووقف نموها وعِلاج أمراض الغدَّة الدرقيّة، ويستخدم هنا اليود المشع كما تستخدم بعض النظائر المشعة في تشخيص الأمراض مثل الكالسيوم المشع كذلك تستخدم لاغراض التعقيم.

المجال الصناعي: حيث تستخدم في إنتاج الأدوية، والعقاقير، والمبيدات وحفظ بعض الأنواع من الأغذية، اذ إنّها تعتبر أفضل من الطرق الأخرى وتحفظها لفتراتٍ

زمنيّة أكبر، ويتم تعقيم وحفظ الأغذية من خلال تعريضها لنسبةٍ معيّنةٍ من الإشعاعات النووية.

إنتاج الطاقة الكهربائية: عملت الطاقة النوويّة على توفير ما نسبته 13-14% من الطاقة الكهربائية في العالم بحلول عام 2011 م، المفاعلات النوويّة هي المراكز التي تدير من خلالها عملية إنتاج الطاقة النوويّة، وفيها تتمّ عمليّة الانشطار أو الاندماج النووي والتي تنتج عنها طاقة حرارية هائلة تستخدم لتسخين الماء لإنتاج بخار الماء والذي بدوره يتمّ إطلاقه على محركات وتوربينات خاصة لتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية تستخدم لتشغيل الكثير من المدن والمصانع، ومن أهمّ مكوّنات المفاعل النووي قلب المفاعل الذي يحوي الوقود النووي والذي تتمّ فيه العمليات على النواة، بالإضافة إلى مقلّل السرعة والذي يهدّئ من سرعة النيترونات ليتمّ استغلال أكبر طاقة ممكنة من حركتها، كما يحتوي المفاعل النووي على المبرّد والذي يتكوّن من الماء أو غاز الهيدروجين، والذي يعمل على سحب حرارة التفاعل النووي من جهة، واستخدام البخار الناتج في عمليات أخرى من جهة ثانية. استخدامات الطاقة النوويّة.

مجال النقل:- تستخدم في تسيير السفن والغوّاصات وقد أعلن عن تشغيل أول غواصة نووية أمريكية عام 1954.

المجال العلمي: حيث انشأت مفاعلات بحثية خاصة تستخدم للدراسة العلمية والمقارنة بين العناصر النوويّة وأثرها على البيئة، بالإضافة إلى دراسة خصائص النواة وكميّة الطاقة الناتجة عن تكسير الروابط أو دمجها مع بعض، ممّا يفتح آفاقاً كبيرة في

مستقبل الطاقة التي تحتاجها البشرية، مستقبل الطاقة النوويّة قلّ استخدام العالم للطاقة النوويّة نظراً للمخلفات النوويّة المشعة وغير القابلة للتدوير، ونظراً إلى وقوع الخسائر الكبيرة إثر حدوث أخطاء في التعامل مع المفاعلات مثل ما حصل مع مفاعل فوكوشيما عام 2011 م.

سابعا: مستقبل المفاعلات النووية:-

تزود الطاقة النووية دول العالم بأكثر من 16% من الطاقة الكهربائية، فهي تمد 35% من احتياجات دول الاتحاد الأوروبي، اما اليابان فتحصل على 30% من احتياجاتها من الكهرباء من الطاقة النووية، بينما تحصل بلجيكا وبلغاريا والمجر وسلوفاكيا وأوكرانيا فتعتمد على الطاقة النووية لتزويد ثلث احتياجاتها من الطاقة، لأن كمية الوقود النووي المطلوبة لتوليد كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية أقل بكثير من كمية الفحم أو البترول اللازمة لتوليد نفس الكمية، اذ ان طن واحد من اليورانيوم يقوم بتوليد طاقة كهربائية أكبر من ملايين من براميل البترول أو ملايين الأطنان من الفحم. والطاقة الشمسية كلفتها أكبر بكثير من تكاليف الطاقة النووية وكما ذكرنا سابقا فان الطاقة النووية لا تطلق غازات ضارة في الهواء كغازات ثاني أكسيد الكربون أو أكسيد النتروجين أو ثاني أكسيد الكبريت التي تسبب الاحترار العالمي والمطر الحمضي والضباب الدخاني، ومصدر الوقود النووي (اليورانيوم) متوفر وسهل الحصول عليه ونقله، بينما مصادر الفحم والبترول محدودة. وتشغل المحطات النووية لتوليد الطاقة مساحات صغيرة من الأرض مقارنة بمحطات التوليد التي تعتمد على الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، لكن استخدام الطاقة النووية يسبب إنتاج النفايات ذات الإشعاعية العالية، لذلك يخزَّن الوقود

النووي المستهلك في أحواض مائية بغرض تبريـدها، وامتـصاص أشـعتها الـضارة وتخفـيض درجـة إشعاعيته، بعد ذلك يمكن تدويرها وإعادة معالجتهـا لاسـترجاع اليورانيـوم والبلوتونيـوم التـي لم تنشطر بعد واسـتخدامهما مـن جديـد كوقـود للمفاعـل أو في إنتـاج الأسـلحة النوويـة. وبعـض العناصر الموجودة في النفايات مثل البلوتونيوم ذات إشعاعية عالية وتظل عـلى ذلـك لمـدة آلاف السنين، ولا يوجد نظام آمن للتخلص من هذه النفايات، لكن مراكـز البحـوث النوويـة في جميـع أنحاء العالم تعمل على ايجاد تكنولوجيا حديثة لحل تلك المسألة، وقد ابتليت المفاعلات النوويـة بسوء السمعة بسبب الحادث المروع الذي حدث في محطة الطاقة النووية في تشيرنوبل بأوكرانيا عام 1986 والذي أدى إلى تسرب إشعاعي فظيع، فقد أدى إلى مقتل 311 شخصاً وتعريض مئات الآلاف للإشعاع الذي سيستمر تأثيره على أجيال قادمة.

ثامنا: التوزيع الجغرافي للطاقة النووية في العالم:-

على الرغم من معارضات كثيرة للطاقة النووية فالعالم ينظر إلى الطاقة النووية للتقليـل مـن الاعتماد على النفط والفحم والغاز لإنتاج الطاقة الكهربائية فهنالك العديد من الدول وبعض من الدول العربية تقوم حاليا بإنشاء العديد من المفاعلات النووية، نذكر مـن هـذه الـدول مـا يـأتي، ينظر الخريطة(7):-

1. الولايات المتحدة الأمريكية: يعمل بها 104وتقوم حاليا بإنشاء 1 مفاعل، وتخطط لإنـشاء 31 مفاعل جديد.

2. الصين: يعمل بها 11وتقوم حاليا بإنشاء 14 مفاعل، وتخطط لإنشاء 115 مفاعل جديد

3. فرنسا: يعمل بها 59 مفاعـل نـووي، وتقـوم حاليـا بإنـشاء 1 مفاعـل، وتخطـط لإنـشاء 2 مفاعلين.

4. الهند: يعمل بها 17 مفاعل نـووي، وتقـوم حاليـا بإنـشاء 6 مفاعـل، وتخطـط لإنـشاء 38 مفاعل.

5. اليابان: يعمل بها 53 مفاعل نووي، وتقوم حاليـا بإنـشاء 2 مفاعـل، وتخطـط لإنـشاء 14 مفاعل.

6. روسيا: يعمل بها 31 مفاعل نووي، وتقـوم حاليـا بإنـشاء 8 مفاعـل، وتخطـط لإنـشاء 36 مفاعل

يعمل بها 15 مفاعل نووي، وتخطط لإنشاء 22 مفاعل جديد.:7. أوكرانيا

اما على مستوى الدول العربية:-

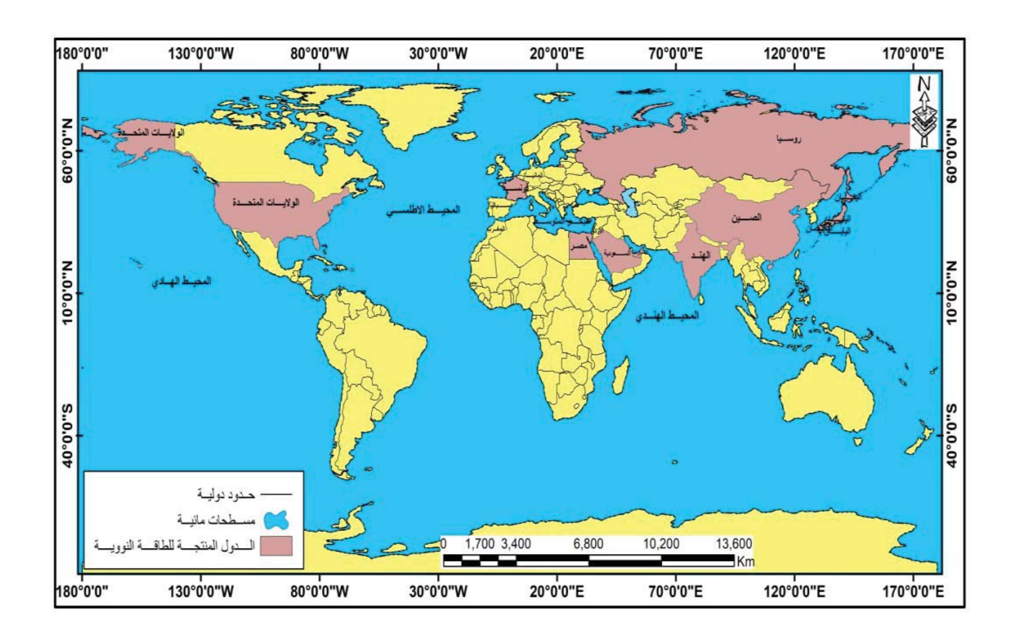
المملكة العربية السعودية: قامت بإنشاء هيئة تعنى بالطاقة النووية باسم مدينة الملك عبد اللـه للطاقة الذرية والمتجددة، وأعلنت انها ستمتلك 16 مفاعل نووي عام 2030

الإمارات العربية المتحدة: تخطط لإنشاء أول محطة نووية عام 2017.

جمهورية مصر العربية يعمل بها مفاعلين نوويين هما بانشاص و سيدى كرير وتقـوم حاليـا بإنشاء محطة نووية في مدينة الضبعة و سيبدأ العمل فيها عام 2019.

●●●

الخريطة(7) التوزيع الجغرافي للطاقة النووية في العالم



●●●

الفصل العاشر

طاقة الهدروجين

●●●

●●●

طاقة الهدروجين: (Hydrogen energy):-

يعتبر الهيدروجين احد العناصر الأكثر شيوعاً التي وجدت على الأرض والأخف من العناصر الموجودة المعروفة، وان ما يقدر بتسعين من المائة من الكون مركب من الهيدروجين ، ويمكن أن يوجد تقريباً في كل شيء عضوي مما يعني وجوده في إي مادة تحتوي على عنصر الكربون ما عدا الألماس والكرافيت وفي كل الكائنات الحية، إن الهيدروجين في حالته الغازية النقية يكون عديم اللون والطعم والرائحة وقابل للاشتعال الى حد كبير، لكنه ليس سام، يعتقد العديد من الخبراء بأن الهدروجين يمكن إن يستعمل كمصدر للوقود لتزويد العالم بالطاقة ولكي يمكن حدوث هذا فأن الغاز يجب ان يكون في شكله النقي، وهذا صعب لان أواصر الهدروجين توصل أو تربط بسهولة نسبياً إلى العناصر الأخرى وفي الحقيقة فهو لا يتواجد كغاز في الطبيعة، لكن بالأحرى يوجد ممزوجاً مع العناصر الأخرى، على سبيل المثال امتزاج الهيدروجين بالأوكسجين لتشكيل الماء، لان الماء شائع جداً على الأرض فأن أكثر الطرق لإنتاج غاز الهيدروجين تتمحور باستخلاصه من الماء، إن عملية التحليل الكهربائي هي العملية التي تستعمل الكهرباء لفصل الهيدروجين من الأوكسجين في الماء ، والتحليل الضوئي يقوم بفصل العناصر بعضها عن بعض باستعمال ضوء الشمس بدلاً من الكهرباء، ومن الممكن أيضا الحصول على الهدروجين صناعياً باستعمال طرق من مثل تحسين البخار وفي كل الحالات فأن عزل الهدروجين ينتج الغاز المناسب للاستعمال كمصدر للوقود عندما يكون الهدروجين بصيغته النقية فأنه يمكن إن يستعمل بعدة طرق مختلفة احد الاستعمالات هو لعمل

(خلية وقود الهدروجين) والتي يمكن إن تستعمل لتشغيل المولدات الكهربائية أو العجلات الكهربائية والأخر هو استعمال الهدروجين لتشغيل محركات الاحتراق الداخلي والتي تشبه تماماً محركات الاحتراق الداخلي التي عادةً ما تستعمل لتشغيل السيارات والعجلات الأخرى.

إن استعمال الهدروجين بهذه الطرق يمكن إن يأخذ كلتا المنافع المعوقات المتعلقة جميعها بالظروف الاقتصادية والاجتماعية والبيئة الموجودة في العالم اليوم ومن جملتها.

اولا: خلية وقود الهدروجين الأولى:-

في العام 1839 بني العالم (وليم كروف) العلم الأول لخلية الوقود و قد كان التيار الكهربائي والذي هو سيل من الكترونات يمكنه إن يقسم جزيئه الماء إلى أجزائها المكونة لها الهدروجين، والأوكسجين بعملية تعرف ب (التحليل الكهربائي) وهو لذلك الغرض استنتج بأنه وتحت الظروف الملائمة قد يكون قادراً على إنتاج الماء والكهرباء بدمج الهدروجين والأوكسجين وقد اجري تجربته بوضع أشرطة بلاتين في قنينتين مختلفتين أحداها مملوءة بالهدروجين والأخرى مملوءة بالأوكسجين وبعدها وضع القناني في محلول اللكتروليكي وهو مادة كيماوية قادرة على إمرار التيار الكهربائي حيث بدأ التيار بالسريان والماء بالتراكم في قناني الغاز بالرغم من إن خلية وقود العالم (كروف) قد عملت إلى انه لم يجد إي استعمال عملي لها.

ثانيا: الاختلاف بين خلية الوقود والبطارية:-

إن البطارية وخلية الوقود كلاهما يعتبران من الأدوات الكهروكيمياوية التي تقوم بتحويل الطاقة الكيماوية إلى الطاقة الكهربائية، وإن التفاعل الكيماوي في البطارية يطلق الكترونات التي تنتقل بين نقاط الأطراف والخارج كطاقة كهربائية وعلاوة على ذلك فأنه عندما تطلق الطاقة الكهربائية من البطارية فأن طاقة البطارية المخزونة تستهلك لان البطارية عبارة عن نظام حزن مغلق، ويمكنها فقط إنتاج طاقة كثيرة قبل انتهاء عمرها الزمني ويكون من الضروري إن يعاد شحنها أو تستبدل من جهة أخرى فأن خلية الوقود محول طاقة أكثر منه أداة لخزن الطاقة إذا أن تفاعلاتها الكيماوية تحول الهدروجين والأوكسجين إلى ماء وفي العملية تنتج الكهرباء، أن خلية الوقود ستزود القدرة طالما هي تجهز بالوقود وهي لا تنتهي أو تتطلب إعادة الشحن كما في البطارية ويمكن إن يعاد ملئها بالهدروجين كما يملا خزان السيارة.

ثالثا: إنتاج الهيدروجين:-

يمكن للهدروجين ان يكون مصدر طاقة المستقبل ولبضعة أسباب وان احد الأسباب لهذا الاعتقاد إن الهدروجين قابل للتجديد على خلاف الوقود الاحفوري والذي يعتمد عليه العالم حالياً فأن الهدروجين يمكن أن ينتج وخلال فترة قصيرة من الزمن، وهناك عدة طرق يمكن إن ينتج بها الهدروجين تتضمن – ولكن تكون غير محدده بها وهي:

التحليل الكهربائي

البخار المحسن

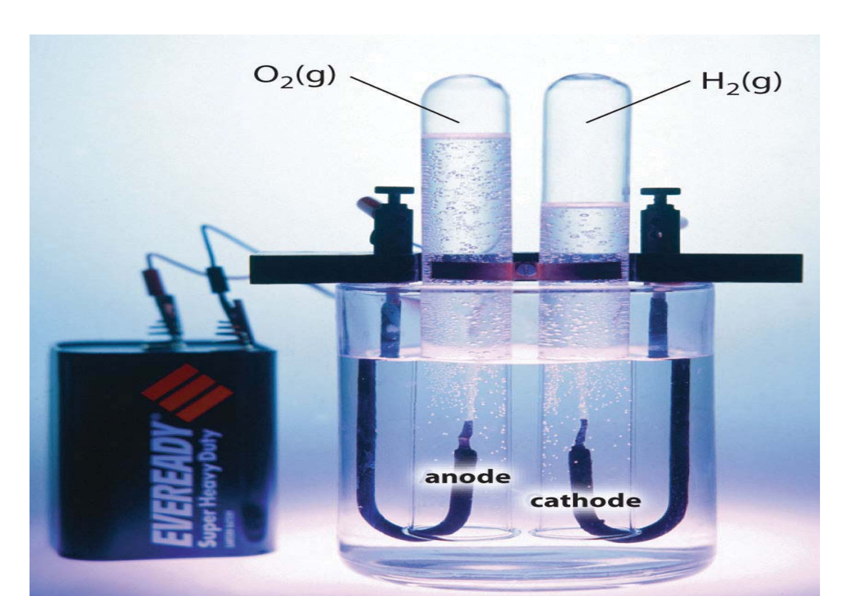
●●●

1.التحليل الكهربائي:-

ان التحليل الكهربائي هو العملية التي يمر بها التيار الكهربائي خلال الماء ويكسر الروابط الكيمياوية بين الهدروجين والاوكسجين، ان المحلول الكتروليتي وهو المادة الكيمياوية السائلة التي يمكنها امرار التيار يساعد في عملية كسر الاواصر عندما تنكسر الاواصر فأن ذرات الهدروجين والاوكسجين تصبح اما ايونات موجبة او سالبة، وعموماً وبوجود قطبين (أنود) و (كاثود) فأن ايونات الهدروجين الموجبة تتجمع على الآنود (القطب السالب) بينما تستقر ايونات الأوكسجين السالبة على الكاثود (القطب الموجب) عندها يتشكل الغاز عند كل طرف .

ان من الممكن اداء التحليل الكهربائي في درجات الحرارة العالية، وان التحليل الكهربائي في درجات الحرارة العالية يعرف أيضا (بالتحليل الكهربائي البخاري) ويعمل بطريقة متشابهة كثيراً لتحليل الكهربائي التقليدي والاختلاف بينهما هو بدلاً من استعمال كمية قياسية من التيار الكهربائي فان الحرارة تطبق بدلاً من ذلك وهذا يقل من مجموع الكمية المطلوبة من الطاقة الكهربائية لإنتاج (غاز الهدروجين)، ينظر الشكل(16).

الشكل(16) يوضح التحليل الكهربائي لانتاج الهيدروجين



anode: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

cathode: $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

overall: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$

2.البخار المحسن (المعالج):-

إن طريقة البخار المحسن وفي بعض الأحيان تدعى التحسين او بخار الميثان المحسن وهـي طريقة مشهورة أخرى لإنتاج الهدروجين والغاز الطبيعي هو الوقود الأكـثر شـيوعاً المـستعمل في طريقة البخار المحسن لآن انتاج الهدروجين باستعمال طريقة البخار المحسن فأن الغاز الطبيعي يتفاعل مع البخار تحت درجة حرارة عالية جداً في غرفة احتراق تتراوح درجة الحـرارة هـذه بـين 800 م إلى 1700 م درجة مئوية.

إن المادة المساعدة أو المحفزة والتي هي مادة تزيد مـن معـدل التفاعـل دون ان تستهلك في العملية تكون موجودة في بعض محـسنات البخـار وهـذه المـادة المـساعدة

تصنع عادة من المعدن وتساعد على تحويل الغاز الطبيعي الى الميثان وعندما يتفاعل الميثان مع الماء يتم إنتاج الهدروجين، وان اكاسيد الكاربون مثل أول اوكسيد الكاربون وثنائي اوكسيد الكاربون تتكون كنواتج عرضية في بعض العمليات يعاد تفاعل أول اوكسيد الكاربون ثانية لتكوين كمية أكثر من الهدروجين وثاني اوكسيد الكاربون، إن عملية البخار المحسن (المعالج) لها بعض النقاط الايجابية ومن جميع الوقود الاحفوري فأن الغاز الطبيعي هو الأنظف احتراقاً، وبعبارة أخرى فأنه يعطي أقل نواتج عرضية من التي تساهم في التلوث أن استعمال الغاز الطبيعي لإنتاج الهيدروجين قد يساعد في تكوين بناء تحتي لتوزيع الهدروجين نظراً لوجود المحطات التي توزع الغاز الطبيعي فأن الغاز الطبيعي ممكن أن ينقل إلى هناك ويحول إلى الهدروجين عن طريق عملية البخار المحسن أو المعالج في الموقع وعلى نطاق ضيق، إن وسائل الإنتاج هذه يمكن ان تجهز الهدروجين للسيارات التي تعمل على أما خلال وقود الهدروجين او محركات الاحتراق الداخلي التي تشغل بالهدروجين.

3. طرق الإنتاج الأخرى:-

إن العلماء في إنحاء العالم يحاولون إيجاد أفضل طريق لإنتاج الهدروجين من المصادر القابلة للتجديد فقد جاءوا بعدد من الأفكار الفريدة فعلى سبيل المثال.

عمل العلماء على استعمال الطحالب لإنتاج الهدروجين حيث تنتج الطحالب الهدروجين طبيعياً من الماء باستعمال طاقة ضوء الشمس وتدعى العملي (التحليل الضوئي)

مؤخراً اقترح احد العلماء استعمال (البندق) واعتباره مصدراً لتزويد الهدروجين وذلك لان قشور البندق تنتج الهدروجين عندما تحرق.

●●●

ج. البكتريا أيضا يتم التحري عنها كطريق لإنتاج الهـدروجين ألا أنهـا ليـست عمليـة بـشكل تجاري لحد ألان والبكتريا تتفاعل مثل الطحالب في الماء ويمكنهـا ان تفـصل طبيعيـاً الهـدروجين والأوكسجين باستعمال ضوء الشمس والتجارب تجري لتعديل تركيب البكتريا كي تنـتج أوكـسجين اقل وهيدروجين أكثر لاستعماله كوقود.

د. وطريقة أخرى لإنتاج الهدروجين وهي في توظيف المكروبـات (الجـراثيم) وهـي كائنـات حية مجهرية هذه الجراثيم تستعمل لتمكين الكتلة الحيوية المكونة من بقايا المحاصـيل التـي لا يمكن إن تستعمل في مكان أخر بالتحول إلى الهدروجين.

ه. والإبداع المحتمل الأخر يبدأ مع الغاز الحيوي المتـضمن الميثـان وثـاني اوكـسيد الكـاربون وبحار الماء وغازات أخرى هذا الغاز الذي يمكن الحصول عليه الانبعـاث الغازيـة لمعامـل (ألبـان الأبقار)، ان الغاز الحيوي يتم تحويله الى الهيدروجين ويـستعمل لتـشغيل خلايـا الوقـود وهـذه الخلايا معـدة للاسـتعمال في المولـدات والمـزارع التـي تـشغل بالهيـدروجين والجـدير بالـذكر ان العلماء اكتشفوا الطريق لإنتاج الايثانول من الذرة وتحويله الى وقود الهيدروجين.

رابعا: منافع ومعوقات طرق إنتاج الهيدروجين:-

إن كل طريقة من طرق أنتاج الهيدروجين لها منافعها ومعوقاتها فعملية التحليل الكهربـائي معتـبراً كي تكون أكثر العمليات صداقةً للبيئة ، وذلك لأنها لا تنـتج إي نـواتج عرضـية مـن التـي تكـون مؤذيـة للبيئة ، فضلا عن أن لها فعلاً ناتج عرضي ايجابي هو الأوكـسجين، حيـث يمكـن جمـع هـذا الأوكـسجين واستعماله في مكان أخر وعلى إي حال فان إنتاج واسع النطـاق مـن الهيـدروجين بالتحليـل الكهربـائي أصـبح غـالي جـداً لان الطاقـة الكهربائيـة تـستعمل لإنتـاج التيـارات الكهربائيـة، ولكـن إذا اسـتعملت

مصادر الطاقة المتجددة مثل (الطاقة الشمسية ، الطاقة الكهرومائية ، أو (حتى الطاقة النووية) ، استعملت لإنتاج التيار فأن العملية تصبح أكثر رخصاً.

مصدر أخر من الطاقة يمكن الحصول عليه من خلال استعمال الكتلة الحيوية وهو قابل للتجديد وله تأثير سلبي صغير على البيئة 0

إن عملية البخار المحسن أو (المعالج) هي الطريقة الأكثر شيوعاً لإنتاج الهيدروجين صناعياً وإحدى منافعها أنها ارخص من إنتاج الهدروجين بطريقة التحليل الكهربائي ، على أي حال ،هناك معوق كبير هو كمية ثاني اوكسيد الكربون المنتجة إثناء العملية.

إذا اعتبرت عملية البخار المحسن أو المعالج كوسيلة لإنتاج وقود الهيدروجين بالجملة ، فان قضية العمل بثاني اوكسيد الكاربون المنتج يجب أن تؤخذ بالاعتبار.

المشكلة المحتملة الأخرى عند استعمال عملية البخار المحسن هي الغاز الطبيعي المطلوب للعملية يكون متوفراً فقط في مصادر محدودة ، مثل جميع أنواع الوقود الاحفوري.

يتم إنتاج الهيدروجين بطريقة البخار المحسن وعلى نطاق واسع، لكن من الضروري أن تتطور الطريقة لعمل البخار المحسن علي نطاق اصغر كي يمكن حدوث هذه التفاعلات أما على المركبات أو محطات التعبئة التي تجهز الهيدروجين.

خامسا: استعمال الهيدروجين:-

أن أكثر البحوث الشائعة وأكثر التطبيق المتطور لاستعمال الهدروجين كمصدر للوقود يكون مرتبطاً بخلية وقود الهدروجين، حيث تشتغل خلايا الوقود ويخلط الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الماء والكهرباء ويمكن أن تستعمل الطاقة

الكهربائية بعدها لتجهيز القدرة للمنازل والمدارس وحتى الإعمال التجارية أو لتشغيل السيارات والمركبات الاخرى، يعتقد بعض الخبراء بأن محركات الاحتراق الداخلي التي وقودها الهيدروجين تكون مهمة تماماً.

ويمكن الهيدروجين ان يستعمل كوقود للنقل بإيجاد محركات الاحتراق الداخلي للمركبات التي تعمل على الهيدروجين أو خلطات وقود الهيدروجين.

كذلك يستعمل في خلايا الوقود اذ ان خلية الوقود تعمل مشابهة للبطارية وفي خلية وقود الهيدروجين يتحول الهيدروجين الى(طاقة كهربائية) خلال تفاعل كهروكيمياوي. ان خلية الوقود لا تستنفذ قدرتها طالما يوجد وقودها من الهيدروجين، وهناك عدة انواع من خلايا الوقود بعضها يستعمل حامض الفوسفوريك كمحلول الكتروليتي والذي هو المادة التي توصل الكهربائية كذلك هناك انواع تستعمل الكاربونات المائعة أيضا كمحلول الكتروليتي.

لكن النوع الاكثر شيوعاً لخلايا الهيدروجين قيد الاستعمال وهو (خلية وقود غشاء التبادل البروتوني) وقد صنعت لإنتاج الطاقة الكهربائية في مركبات الفضاء على الرغم من انها غالية لكنها تعتبر من المنتجات الكفؤة للطاقة 0

بينما استخدمت خلايا الوقود مبكراً في برنامج الفضاء الامريكي فان اكثر البحوث حول خلية الهيدروجين تركزت على العجلات مثل السيارات ، والحافلات ، والشاحنات. ان اكثر شركات السيارات الرئيسية حول العالم تعمل على تقنية خلية الوقود على نحو ما وان كل شركة سيارات قد انتجت سيارات وفق مفاهيمها الخاصة وتعمل قدماً لحل المشاكل المتعلقة بالإنتاج الواسع وحتى ان

شركات محدودة وراقية مثل (رولزرويس) اجرت بحوث على خلية الوقود الهيدروجين لاستعماله في السيارات حيث بدأت هذه الشركة بأبحاثها عن وقود الهيدروجين منذ عام 1992.

استعمال خلايا الوقود كمولدات:-

المولدات أيضا تشتغل على خلية وقود الهيدروجين وتستعمل في عدة بنايات حول العالم وان هناك مستشفيات ومراكز بنايات وعمارات ومكاتب تستعمل هذه التقنية في مولداتها الساندة الاحتياط، كذلك بعض الاعمال التجارية تستعمل مولدات خلية الوقود هذه كجزء من مصادره من الطاقة.

استعمال الهيدروجين في محركات الاحتراق الداخلي:-

عند دراسة الهيدروجين كمصدر للوقود وخلال القرن العشرين وبدايات القرن الواحد والعشرين فان معظم التركيز هو على خلايا الوقود حيث يعتقد بعض الخبراء بأن محركات الاحتراق الداخلي والتي تعمل على الهيدروجين هي مثار اهتمام أيضا، ومن أوائل المؤمنين بهذه الرؤية هو باحث ألماني يدعى (رودولف أيرين) وكان مهتماً بكميات النفط التي تستوردها بلاده وكذلك الانبعاث التي تنتجها السيارات بكثرة قبل إن تأخذ أكثر البلدان هذه القضايا بنظر الاعتبار، فقد رأى بان الهيدروجين يمكن إن كوقود للنقل واعتقد بان الهيدروجين يجب إن ينتج بالتحليل الكهربائي للماء ومن الشركات التي أولت اهتماماً لتطوير محركات الاحتراق الداخلي والتي تعمل على الهيدروجين هي شركة بي ام دبليو (BMW) إذا بدأت أبحاثها في العام 1978، حيث طورت عدة أنواع من محركات الاحتراق الداخلي التي تعمل على الهيدروجين.

●●●

سادسا: نقل الهيدروجين:-

إن طرق نقل الهيدروجين تعتمد على شكل الهيدروجين المراد نقله وهناك طرق مختلفة لنقل الهيدروجين بصيغته الغازية والسائلة واغلب هذه الطرق ما زالت في طور التطوير والتحسين وهي لحد ألان لم تستعمل على نطاق واسع، ومن هذه الطرق هي:-

نقل الهيدروجين الغازي:-

يتم نقل الهيدروجين الغازي خلال خطوط من الأنابيب، وخطوط الأنابيب هذه تستعمل عموماً اليوم لتوزيع الهيدروجين على مسافة قصيرة للاستعمال الخارجي ولكن يجب إن يعمل نظام أوسع إذا أصبح الهيدروجين مصدر الوقود للعجلات والبيوت والإعمال التجارية وهذا النظام مشابه لطريقة التي يوزع بها الغاز الطبيعي، ونظام خط أنابيب نقل الهيدروجين يحتاج إلى ضواغط أكثر من نظام نقل الغاز الطبيعي كما إن كمية قليلة من الهيدروجين المنقول خلال الأنابيب ستستعمل لتشغيل الضواغط.

نقل الهيدروجين السائل:-

إن نقل الهيدروجين السائل يمكن إن يأخذ الكثير من الإشكال مثل الغازلين، وألان فان الهيدروجين يمكن إن ينقل عن طريق الشاحنات ، وعربات القطار، والسفن وهذه الطريقة يمكن ان تكون غالية وصعبة فهي تأخذ حوالي إحدى وعشرون شاحنة ناقلة للهيدروجين لحمل ما يكفي ناقلة غازلين واحدة، والسبب في ذلك ان الهيدروجين له كثافة واطئة.

●●●

سابعا: منافع ومعوقات طرق نقل الهيدروجين:-

1.البنى التحتية لنقل الهيدروجين لم تكتمل لحد الان.

2. يعتقد بعض الخبراء إن مسالة إنتاج وتوزيع وخزن الهيدروجين يمكن ان يجاب عنها في نفس الوقت الذي يطبق فيه البناء التحتي بشكل صحيح.

3.إيجاد بناء النقل التحتي سيبقى يكلف بلايين الدولارات وهذه الكلفة العالية هي إحدى العقبات الكبرى إمام تطوير طرق نقل الهيدروجين نحو الأفضل.

ثامنا: توزيع الهيدروجين:-

في حالة العجلات التي تشتغل بالهيدروجين فان الوسائل الأولية التي يتوزع من خلاله الهيدروجين للاستهلاك العام تكون من خلال محطة تعبئة البنزين والتي تحتوي على الهيدروجين فقط بدلاً من الغازلين، وابتداء من العام 2005 م كان هناك فقط حوالي مائة محطة هيدروجين تعمل في العالم، ويتوقع أن يبنى المزيد منها في المدن الرئيسية في العالم.

تاسعا: منافع ومعوقات توزيع الهيدروجين:-

إحدى المنافع الكبيرة لاستعمال محطات التعبئة لتوزيع وقود الهيدروجين هي إن المستهلكين في جميع انحاء العالم يستعملون مثل هذه المحطات لتعبئة سياراتهم التي تشتغل على الغازلين .

كذلك هناك معوقات لهذه التقنية ففي أوربا على سبيل المثال يستخدم نظام التحليل الكهربائي في اغلب الأحيان لتحويل الماء إلى الهيدروجين في محطات التعبئة والمشكلة مع هذا النوع من محطات التعبئة هو الكمية الكبيرة من الكهرباء التي تحتاجها لجعل تحويل الماء إلى هيدروجين ممكنا، لان الطاقة الكهربائية غالية ، وتوليد

التيار الكهربائي يعتمد بشدة على الوقود الاحفوري، حيث تجري التجارب لاستعمال الرياح كمصدر للطاقة الكهربائية المطلوبة للتحليل الكهربائي وفي موقع محطة التعبئة، وأيضا تستعمل الكتلة الحيوية كطريقة يجري اختبارها وفيها تستعمل النفايات من قطع ونقل الاخشاب ومخلفات المحاصيل النباتية لإنتاج الطاقة الكهربائية المطلوبة.

عاشرا: خزن الهيدروجين:-

يخزن الهيدروجين عادة كسائل مع انه يمكن ان يخزن كغاز أو صلب أيضا ولأن الهيدروجين منخفض في الكثافة فان خزنه يعتبر تحدي وهذا حقيقي لكلا طريقتي خزن الهيدروجين سواء كانت في موقع انتاجه ام في العجلات التي تستعمله كوقود.

من خلال طرق خزن الهيدروجين يمكن ان تظهر الملاحظات الاتية:-

ضغطه في اسطوانات من مختلف الاحجام، وهي الطريقة الاكثر شيوعا لخزن الهيدروجين للاستعمال الصناعي.

استعمال الغاز المضغوط في خزانات العجلات حيث ان العديد من مصنعي السيارات والباحثين يجرون تجارب على هذه الخزانات، وبدلاً من الاسطوانات فان الهيدروجين سيضخ داخل خزان الغاز المضغوط في السيارة ويخزن هناك.

خزن الهيدروجين السائل بدرجات حرارة واطئة جدا.

احدى عشر: منافع ومعوقات خيارات الخزن:-

يعتبر خزن الهيدروجين في العجلات من الاهتمامات الرئيسية حيث يعتقد بعض العلماء ان خزن الهيدروجين في السيارات هو المشكلة الوحيدة الاكبر التي تواجه استعماله كوقود فيها، ان العجلات فيها فضاء محدود جداً لخزن الهيدروجين

والكمية المطلوبة للخزن كي يكون الهيدروجين مصدر وقود فعال هي بالأحرى كبيرة كما هو معروف فان الهيدروجين يخزن كسائل بسبب الكثافة المنخفضة للهيدروجين، فان كمية الهيدروجين التي تضغط داخل الاسطوانة هي اقل المواد ذات الكثافة الاكثر اي ان الضغط له كلفة طاقة ونفقات اقتصادية، وان الاسطوانات يجب ان تنقل من مكان تصنيع الهيدروجين الى حيث حاجة السوق يجب ان تكون خزانات غاز الهيدروجين المضغوط امينة وقادرة على مقاومة التأثيرات القوية عليها.

اثنى عشر: التأثير البيئي لطاقة الهيدروجين:-

إن استعمال الهيدروجين كمصدر طاقة بديل سيكون له تأثيرات عديدة وربما الأكبر سيكون في ميدان البيئة، وإن استعمال الهيدروجين من المحتمل ان يأتي مع انخفاض استعمال الوقود الاحفوري كمصدر للطاقة وبهذا التخفيض ربما يجيء تخفيض في ارتفاع درجة حرارة الكون، وان استعمال الوقود الأحفوري يعتقد بانه المساهم المهم في ارتفاع درجة حرارة الكون هذه، وعلى اية حال فأن انتاج الهيدروجين يمكن ان يؤثر فعلاً على البيئة وبنحو سلبي اعتماداً على طريقة الانتاج فأن ثاني اوكسيد الكاربون و الانبعاثات السلبية يمكن ان تدخل الى الجو بينما الهيدروجين يتم انتاجه وهذه القضية ممكن ان تعالج وذلك بجمع وخزن ثاني اوكسيد الكاربون، ولكن حتى هذا الخزن يمكن أن يؤثر على البيئة فعلاً ، فاذا كانت المصادر القابلة للتجدد الملائمة للبيئة مثل الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح تستعمل لتشغيل وسائل انتاج الهيدروجين، فأن التأثير السلبي ممكن ان يزال، وهناك مشكلة اخرى اذا اصبح الهيدروجين مستعملاً على نحو واسع فانه ممكن ان يتسرب الى

الجو، واذا كانت الكمية هامة بما فيه الكفاية فان هـذا الهيـدروجين يمكـن ان يغـير النـسبة المئوية للهيدروجين الموجود في جو الارض، ويعتقد بعض العلماء بان هذا يمكن ان يكون لـه تأثير عميق على الجو وزيادة الفتحـة في طبقـة الاوزون، كـذلك وجـود الهيـدروجين اكـثر في الجو يمكن ان يؤدي الى زيادة عالية في ارتفاع الغيـوم وزيـادة في عـدد جـراثيم التربـة التـي يمكن ان تغير علم بيئة الارض، وهناك كائنات تربة مجهرية تستهلك الهيدروجين أيضا، وقـد تكون قادرة على موازنة هذه المشاكل وحلها، الا ان نتيجة وضع الهيـدروجين في الجـو تبقـى مجهولة.

ثلاثة عشر: نماذج لدول مختارة لإنتاج طاقة الهيدروجين:-

منذ مطلع الألفية الجديدة تم تقديم محطات تعبئـة وقـود الهيـدروجين التـي افتتحـت في العديد من دول العالم ومع ذلك هذا لا يعنـى أنهـا سـوف تحـل محـل البنيـة التحتيـة الواسـعة لمحطات البنزين التي ستبلغ تكلفتها حوالى نـصف تريليـون دولار أمـريكي في الولايـات المتحـدة وحدها ومحطات التزود بوقود الهيدروجين وهي تشتمل على الدول الاتية:

1. المانيـا:- اعتبـارا مـن ديـسمبر 2012 توجـد 15 مـن محطـات وقـود الهيـدروجين متاحـة للجمهور في التشغيل أو قيد الإنشاء، ويتم تشغيل معظمها بينما اصبح عـددها في الـبلاد حـوالي 50 محطـة في عـام 2015مـن خـلال شراكـة القطـاعين العـام و الخـاص هـي جـى إم بى إتـش GMBH.

2. آيـسلندا:- افتتحـت أول محطـة للهيـدروجين تجاريـة في عـام 2003 كجـزء مـن الطاقـة المتجددة في آيسلندا اعتمادا على طاقة الهيدروجين.

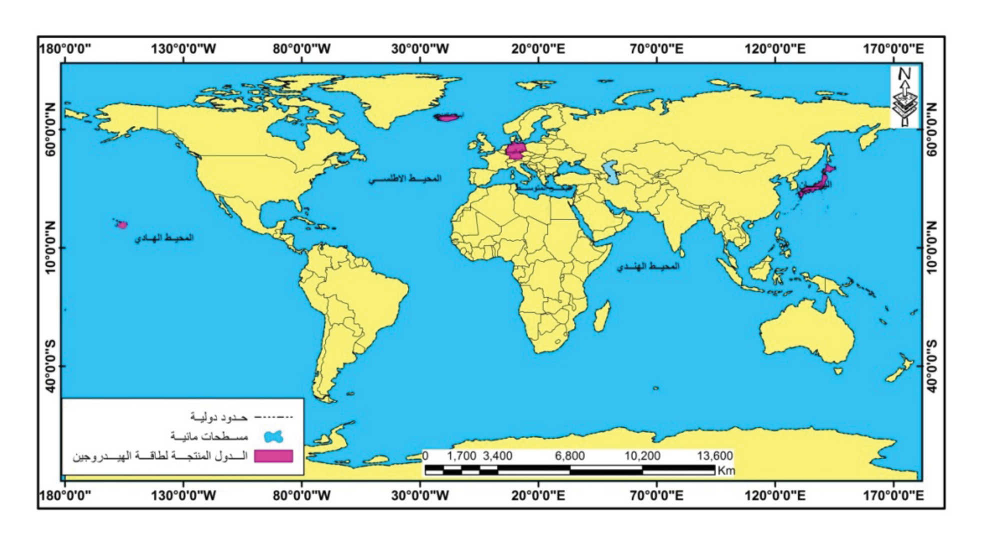
●●●

3. هـاواي:- افتتحـت محطـة الهيـدروجين الأولى في هيكـام في عـام 2006 وفي عـام 2015 افتتحت حوالي 25 من محطات الهيدروجين حول أوهايو.

4. اليابان:- لديها عدد من محطات تعبئـة الهيـدروجين التـي تـديرها شركـة اليابـان لخلايـا الوقود الهيدروجيني لاختبار التقنيات المختلفة لتوليد الهيدروجين وتضيف آخر 100من محطات الهيدروجين مع تلك العمليات في عام 2015 الماضي ينظر الخريطة(8).



الخريطة(8) التوزيع الجغرافي لانتاج طاقة الهيدروجين في العالم.



الفصل الحادي عشر

طاقة البرق

•••

●●●

طاقة البرق:- (**Levin Energy**)

تعرف طاقة البرق(Levin Energy) بانها الضوء الناتج عن تفريغ الشحنات الكهربائية في الغلاف الغازي والذي يكون غالبا مصاحبا للعواصف الرعدية.

البرق هو الضوء المبهر الذي يظهر فجأة في قلب السماء في الأيام التي تسوء فيها أحوال الجو، وهو عبارة عن الضوء الناشئ نتيجة تصادم سحابتين أحدهما تحمل الشحنة الكهربائية السالبة والأخرى تحمل الشحنة الكهربائية الموجبة وبذلك ينتج عن التصادم شرارة قوية تصدر على هيئة الضوء الذي نراه فجأة ثم يختفي في الأيام ذات الطقس السيء، كما أن هذا الضوء يعقبه صوت عالٍ قادم من السماء وهو ما يسمى بالرعد، والاثنان معاً يطلق عليهم اسم الصاعقة.

يزخر عالمنا بالكثير من الظواهر الطبيعية الغريبة والعجيبة، ولعل عاصفة ماراكايبو "Maracaibo " في فنزويلا واحدة من أكثر تلك الظواهر غرابة، حيث يستمر حدوث هذه العاصفة ما بين 250 إلى 300 ليلة في السنة الواحدة، وخلالها لا يتوقف حدوث البرق والرعد المزمجر، ينظر الصورة(24).

ويعود تسمية عاصفة ماراكايبو نسبة إلى البحيرة التي تحدث بالقرب منها هذه العاصفة الهوجاء والتي كما يبين العلماء ليست موجودة في أي مكان في العالم عاصفة تشبهها في قوتها وشدتها ومدة حدوثها، وهذه العاصفة القوية والغريبة تحدث فقط في منطقة محددة من فنزويلا عند مصب نهر "كاتاتومبو" حيث يصب في بحيرة ماراكايبو في ولاية زوليا.

●●●

صورة (24) قوة البرق في عاصفة ماراكايبو



www.robedwards.com 2010/ 0

اولا: خصائص البرق:-

متوسط الصاعقة التي تضرب محملتاً بالشحنات السالبة هو 30 كيلو أمبير، وتنقل ما قيمته خمسة كولومات و 500 جول من الطاقة، والصواعق الشديدة للبرق من الممكن أن تحمل ما قيمته 120 أمبير و 350 كولوم والجهد الكهربائي متناسب مع طول الصاعقة.

أما متوسط الصاعقة التي تضرب محملتاً بالشحنات الموجبة، تحمل 300 أمبير من الطاقة الكهربائية، ما يساوي عشرة أضعاف متوسط الصاعقة المحملة بالشحنات السالبة.

1. سرعة البرق:

تبلغ سرعة البرق بضعة عشرات إلى مئات من الكيلومترات في الثانية الواحدة (قد تصل إلى 250 كيلومتر في الثانية للقائد و100 ألف كيلومتر في الثانية للدارة المقصورة الراجعة من الأرض). ولابد ان نشير هنا الى ان البعض لا يفرقون بين سرعة البرق وبين سرعة الضوء حيث يعتقدون بأنها نفس السرعة نظراً لما يرونه من إشعاع عبر مسار الصاعقة حيث يكون انتشار الأخير بسرعة الضوء.

تكون سرعة الذيل الأسفل التي تغادر سحابة إلى الأرض أكثر من غيرها عادة، مع ذلك لا زالت أقل بكثير من سرعة الضوء

●●●

ثانيا: انواع البرق:

للبرق انوع متعددة تبعا لظروف تكونها وكما في الصورة (25) ومن أنواعها ما يأتي: -

البرق بين الغيمة والأرض: -

وهو البرق الناتج عن التقاء شحنتين مختلفتين بين الغيمة والأرض نتيجتا للتماس بين الشحنتين وعادتا يكون البرق متقطع وهي صعقة البرق التي تدوم مدتها خلال فترة قصيرة، تظهر بشكل فردي ذات ومضة ساطعة وغالباً ما يكون لها تفرعات.

ب. البرق الذي يحدث بين غيمة وأخرى:-

يحدث عندما تكون احدى الغيمتين محملة بشحنات موجبة والأخرى سالبة وعند اقتراب الغيمتين من بعضهما يحدث تلامس الشحنتين مولدة ومضات هائلة نراها على شكل برق.

الصورة (25) انواع البرق



- www.robedwards.com 2010/ 07

ج. البرق الذي يحدث بين الغيمة والهواء المحيط بها: -

يحدث عندما تكون الغيمة مشحونة في اعلاها بشحنات موجبة والهواء الهواء المحيط بها مشحون بشحنات سالبة وعند حصول التلامس بين الشحنتين المختلفتين ينطلق شعاع البرق بين الغيمة والهواء.

د. البرق الجاف:-

يستخدم هذا المصطلح في الولايات المتحدة للبرق الذي يحدث بدون وجود ترسبات على السطح، هذا النوع هو المتسبب الأول بحرائق الغابات والسحاب المترسب ينتج البرق لنفس السبب الذي تنتجه الغيوم السوداء، اذ يحدث هذا النوع عندما تكون الطبقات الجوية العلوية للغلاف الجوي أبرد والسطح يكون أسخن بدرجات عالية بسبب حرائق الغابات أو البراكين وغيرها، وان النقل الحراري سوف يحصل ويولد حينها النقل الحراري البرق، لهذا السبب تولد النار البرق الجاف من خلال تطورات عواصف رعدية أكثر جفافاً والتي تسبب بدورها المزيد من الحرائق.

ه. البرق الصاروخي:-

وهو نوع من التفريغ السحابي، أفقي عموماً وعلى قاعدة السحابة، مع ظهور قناة واضحة للتطور من خلال الهواء، بسرعة يمكن مشاهدتها، غالباً بشكل متقطع.

ثالثا: الطاقة المتولدة من البرق:**(Levin Energy)**

تتألف الضربة الواحدة من عشر ضربات متتالية وسريعة ولكننا نراها ومضة واحدة ولا ندرك مرور ورجوع البرق بأعيننا، وتشير الدراسات الحديثة الى ان هنالك في كل ثانية مئة ومضة برق في العالم، وان كل ومضة برق تولد تواترا كهربائيا يتراوح بين (100-1000) مليون فولت، وان كل ومضة برق تنتج تيارا كهربائيا يتراوح من (10 الاف امبير الى 200 الف امبير).

رابعا: استخلاص طاقة البرق:

ان دراسة ظاهرة البرق والكهرباء الناتجة عنها ليست بالجديدة فقد بدء العلماء بدراسة هذه الظاهرة منذ النصف الثاني من القرن الثامن عشر عندما قام العالم (بنيامين فرانكين)

●●●

بأول تجربة علمية اثبتت الطبيعة الكهربائية للبرق، وان البرق ما هو الا شرارة كهربائية ناتجة عن التقاء شحنتين كهربائيتين متعاكستين.

قام هذا العالم بربط سلك الى طائرة ورقية وأرسله عاليا اثناء وجود غيوم كثيفة وممطرة أي اثناء وجود عاصفة مطرية وربط نهاية السلك بقضيب معدني وغلفه بمادة شمعية عازلة كي لا تسبب الشرارة القوية بقتله.

وقد نجحت التجربة وعندما قرب القضيب المعدني من الأرض انطلقت شرارة قوية مثبتة وهي شرارة البرق، فأثبت بذلك هوية البرق الكهربائية لكن النتائج التي حصل عليها كانت متواضعة ولم يستطيع ادراك العمليات الدقيقة التي تسبب هذه الشرارة.

خامسا: احصائيات البرق:-

1. في كل ثانية هنالك مئة ومضة برق في العالم.

2. في كل يوم هنالك 8.6 مليون ومضة برق في العالم.

3. في كل ومضة برق تولد تيارا كهربائيا يتراوح بين 100مليون الى 1000 مليون فولت.

4. تشير الاحصائيات الى انه في الولايات المتحدة تحدث في السنة الواحدة 20 مليون ومضة برق، كما تشير الى ان البرق قد قتل في الولايات المتحدة الامريكية (3696) شخص بين عامي 1959-2003 أي خلال 45 سنة.

5. مازال استخدام هذا النوع من الطاقة محدودا وذلك لارتفاع التكاليف الباهظة بالقياس مع مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، والمخاطر الناتجة عنه كون طاقة البرق تتباين في قوتها بين الحين والأخر مما يؤثر في نوعية المعدات المستخدمة وكفاءتها فضلا عن المخاطر الأخرى الناتجة عن استثمار هذه الطاقة.

●●●

سادسا: مخاطر البرق:-

ان الصاعقة الناتجة عن البرق تكون مميتة وتشير الاحصائيات الى ان ما يقـرب مـن 2000 شـخص يموتون كل عام، وان ثلث هذا العـدد يموتـون نتيجـة قـوة الـشحنة الكهربائيـة الموجـودة في الـصاعقة المتولدة من البرق، وتكمن مخاطر البرق على الجوانب الاتية:-

أ. تؤثر ضربات البرق على الانسان حيث تؤثر على الجملة العصبية وعلى الرئتين والبصر فقد تؤدي ضربة البرق الى العمى الدائم كما تؤدي الى اضطرابات قلبية ونفسية.

ب. لا تقتصر المخاطر على الانسان وانما على الغابات أيضا اذ تسبب سنويا حرائق للغابات وبشكل واسع مخلفة اضرار جسيمة بالإضافة الحرق البيوت وتعطيل المحطات الكهربائية.

ولتقليل تلك المخاطر يتم استخدام مانعة الصواعق فوق المباني من اجـل منـع الـبرق مـن ملامـسة المبنى والعمل على تفريـغ الـشحنة الكهربائيـة الى الأرض لتجنـب الاضرار الناتجـة عـن ضربـات الـبرق المدمرة.

سابعا: معوقات طاقة البرق:-

على الرغم من الطاقة الكهربائية الهائلة الموجودة في البرق الا انـه لايوجـد في الوقـت الحـاضر مـا يشير الى استثمارها استثمارا حقيقيا وذلك لعدة أسباب منها:

أ. سهولة الاستثمار في مصادر الطاقة الأخرى في توليد الكهرباء، يعد احد الأسباب الرئيـسة في عـدم استثمارها.

ب. عدم انتظام حدوث البرق وعدم إمكانية السيطرة علية او حتى توقع حدوثه.

ج. تحتاج الى المتطلبات التكنولوجية العالية والضرورية لاقتناص البرق والاستفادة منه.

●●●

الفصل الثاني عشر

الفحم

•••

•••

تمهيد:-

يعـد الفحـم مـن مـصادر الطاقـة الرئيـسية بعـد الـنفط وذلـك لاسـتثماره في توليـد الطاقة الكهربائية وتشغيل المصانع وكذلك مصدر من مصادر التدفئة في البلدان البـاردة، ونظـرا لأهمية الفحم فقد قامت الكثير من الـدول بتجنيـد الآلـف مـن العـمال والجيولـوجيين للبحـث عن هذا المصدر المهم من مصادر الطاقـة واسـتخراجه مـن بـاطن الأرض واسـتثماره في جوانـب مختلفة.

اولا: أصل الفحم:

الفحـم هـو باقيـا رواسـب نباتيـة وأعـشاب التـي كانـت تنمـو عـلى سـطح الأرض وتغطـي مساحات واسعة في العصور الجيولوجية القديمة، وان هذه البقايا قد غمرت في مياه المستنقعات او عند سواحل البحار الضحلة وترسبت فوقها رواسب ثقيلـة مـن الرمـال والحـصى مـما ادى الى حدوث تفاعلات كيمياوية سبب تآكل بعض اجزاء النباتـات ثـم جـاءت الرواسـب الثقيلـة التـي تراكمت فوقها والناجمة عن الحركات الارضية مما أدى الى حدوث تحول تلك النباتات الى الفحم وذلك اثناء العصر الكربوني والعصر الفحمي حيـث تعرضـت الكـرة الارضـية في هـذا العـصر إلى الكثير من الحركات التي ساهمت بظهور الطبقات الحاوية عـلى الفحـم بـشكل التـواءات بـارزة وخير دليل على ذلك بعض القمم الالتوائية المتواجدة في الولايات المتحدة.

ومن خلال ما تقدم يمكن ان نستنتج ما يأتي:

ان أصل الفحم بأنواعه المختلفة عضوي ويرجع الى مواد نباتية تحولت بفعل عوامل الضغط والحرارة الشديدين الى الفحم.

●●●

ان معظم طبقات الفحم في العالم تكونت في عصر جيولوجي يعرف بالعصر الفحمي.

ان معظم الطبقات الفحمية تنتشر في الصخور الرسوبية وهذا يعني ان الصخور الرسوبية تحوي على الفحم الا ان هذا لا يعني وجود الفحم بالضرورة في جميع التكوينات الرسوبية.

ان لعامل الزمن أثر قوي في تحول المواد النباتية حيث ان جودة ونوعية الفحم يتوقف على درجة تعرض المواد النباتية المتحولة إلى الضغط والحرارة وهذا يعني أن أجود انواع الفحم هي الأقدم عمراً وتكويناً.

ثانيا: أهمية الفحم:-

تأتي أهمية الفحم نظراً إلى ما يأتي:

يرتبط استخدامه بصناعة الحديد والصلب ارتباطا مباشراً لكونه مادة أساسية تستخدم في صهر الحديد.

يستخدم فحم الكوك كمادة أساسية في صناعة الاصباغ والعقاقير والبلاستيك حيث تحتل الولايات المتحدة المرتبة الأولى باحتياط هذا النوع حيث تمتلك ثلث احتياط العالم ثم يليها الاتحاد السوفيتي ومن ثم الصين، أما اهم الدول المستوردة للفحم فهي هولندا والنمسا وكندا.

على مستوى الوطن العربي لا يمكن عد الفحم مصدر أساسي للطاقة باستثناء بعض الدول كالجزائر والمغرب والتي تعتمد عليه في بعض قطاعات الصناعة.

كان الفحم يشكل ابرز مصادر الطاقة حتى الحرب العالمية الأولى ألا أن أهميته بدأت بالتناقص وبشكل كبير لاسيما بعد اكتشاف البترول والغاز الطبيعي فضلا عن

اصدار العديد من الدول ومنظمات حماية البيئة وحماية الانسان قوانين تمنع استخراج الفحم مما أدى إلى اغلاق المئات من المناجم، فضلا عن ان التقدم الذي شهده العالم والتطور في استخدام النفط والغاز وكميات الطاقة الكبيرة الناجمة عنهما جعل الكثير من الدول تعزف عن استخدام الفحم وتتوجه لمصادر الطاقة الجديدة.

ومن خلال ما تقدم يمكننا تعليل انخفاض مساهمة الفحم كمصدر من مصادر الطاقة وكما يأتي:

ان كلفة استخراج الفحم أعلى من كلفة استخراج مصادر الطاقة الأخرى كالنفط والغاز الطبيعي.

أن كمية الطاقة التي يعطيها الفحم اقل من الطاقة الناجمة عن النفط إذ أن كل 5،1 طن من الفحم يعطي طاقة حرارية يمكن إنتاجها بواحد طن او اقل من النفط.

ان استخراج الفحم يحتاج إلى عدد كبير من العمال والفنيين والمهندسين مقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى.

يحتوي الفحم على نسبة عالية من الرماد والكبريت الأمر الذي يعمل على ارتفاع نسبة الملوثات عند استخدامه مما أدى الى منع الكثير من الدول من منع استخدام الفحم الحاوي على نسب عالية من الكبريت حفاظاً على البيئية.

أن تعدين الفحم يعمل على تخريب الأرض وعلى مساحات وسعة ويزيد من فرص حدوث الحركات الأرضية التي قد تعمل على تغير معالمها.

هناك بعض الدول كالولايات المتحدة فضلت استيراد النفط والغاز الطبيعي من مناطق اخرى وذلك للحفاظ على خزينها من الفحم لاستخدامه مستقبلاً.

●●●

ثالثا: انواع الفحم:-

1. اللجنيت: هو أقل أنواع الفحم جودة، حيث تقل به نسبة التفحم، ويظهر به بوضوح بعض البقايا النباتية الاصلية، وبعض الخلايا الخشبية، ولهذا يطلق عليه اسم اللجنيت، وهي كلمة مشتقة من الكلمة اللاتينية الانثراس Anthracite وتعني الخشب Lignum " ، ونظرا لاحتواء اللجنيت علي قدر صغير من المواد المتفحمة، يقال النباتية الأصلية، ولهذا يبدو لونه بنيا، ويطلق عليه أحيانا اسم الفحم البني " fixed carbon " ، وإنه يحتوي علي قدر قليل من الكربون بينما يحتوي على نسبة عالية من المواد المتطايرة، كما توجد به نسبة عالية من الرطوبة، وبصفة عامة فإن قيمته الحرارية منخفضة.

الفحم تحت البتيوميني: ذو لون أسود، ولا تبدو فيه آثار الخلايا النباتية بوضوح، اي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة،، " وقد اشتقت كلمة البتيومين من الكلمة اللاتينية Bitumen وتعني القار وهي كلمة استعملت كثيرا لوصف عدد أخر من المواد التي تقبل الاشتعال مثل الاسفلت وبعض المواد المشابهة، والفحم تحت البتيوميني، متوسط التفحم، ولهذا فهو يحتوي علي قدر متوسط من الكربون الثابت يصل الي نحو 40% من وزنه، ويحتوي كذلك علي قدر متوسط من الرطوبة قد تصل الي حوالي25%من وزنه الكلي،

الفحم البتيومني: ويمثل مرحلة متقدمة في عملية تفحيم البقايا النباتية، ولهذا نجد ان نسبة الكربون الثابت فيه تزداد كثيرا، وتصل في بعض الاحيان الي حوالي70% من وزنه الكلي، بينما تقل نسبة الرطوبة فيه عما سبقه من أنواع، ولا تزيد فيه علي 15% في المعتاد

●●●

ويعرف الفحم البتيوميني أحيانا باسم الفحم الحجري، وهو يـشتعل بلهـب اصـفر مـدخن، ويصاحب اشتعاله تصاعد بعض الروائح الكريهة وذلك لاحتوائه علي نسبة صغيرة مـن الكبريـت الذي يتأكسد عند احتراقه يتحول الي غاز ثاني اكسيد الكبريت، وهو الغاز الـذي يـسبب الرائحـة الكريهة ويسبب كذلك تلوث الهواء.

فحم الانثراسيت: يعتبر من أرقي انواع الفحم، وتـصل فيـه نـسبة الـتفحم الي درجـة عاليـة، فتبلغ فيه نسبة الكربون الثابت الى نحو90% أو أكثر، كما تقل فيه تبعا لذلك نسبة الرطوبـة الي حد كبير، فلا تزيد فيه على 1-2% مـن وزنـه الكـلي وقـد اشـتق اسـم هـذا الفحـم مـن الكلمـة الاغريقية "" Anthrax وهي تعني الفحمة، وذلك للدلالة على جودته العالية.

ويتصف فحم الانثراسيت بلونه الاسود وسطحه اللامع، وهو يحترق ببطء شـديد، ويحتـاج اشتعاله الي وقت أطول من الوقت اللازم لاشتعال أنواع الفحم الأخرى، ولكنه يعطـي قـدرا اكـبر من الحرارة عند اشتعاله، ولذلك يقال ان قيمته الحرارة اعلي من القيمـة الحراريـة لبقيـة انـواع الفحم الأخرى، ويشتعل فحم الانثراسيت بلون ازرق باهت لقلة ما به من مواد متطايرة، كـما لا ينتج عن اشتعاله دخان يذكر ولا رائحة كريهـة، ولا يـترك وراءه رمـادا لعـدم احتوائـه عـلي شيء يذكر من الشوائب المعدنية، ولخلوه تقريبـا مـن عنـصر الكبريـت، ويوجـد فحـم الانثراسـيث في الطبقـات الـصخرية التـي سـبق أن تعرضـت لـضغوط هائلـة أثنـاء تكـوين الجبـال في العـصور الجيولوجيا القديمة.

●●●

رابعا: فحم الكوك:

هو عبارة عن مادّة كربونيّة تُستخدم كوقود وذلك عن طريق إحراقها، والصورة النهائيّة لفحم الكوك تكون على شكل أحجار رماديّة أو سوداء تتَّصف بالجفاف ومِن المُمكن كسرها فهي لا تُعد رُغم جفافها شديدة صَلبة جداً، حيث يتم إحراق هذه المادّة الكربونيّة ومِن ثُمَّ تُصنع بطريقة تُسمّى التقطير الإتلافي للفحم البيتومنيني أو الفحم الحجري، ظاهِراً لنا في نهايَة الأمر فحم الكوك بشكله النهائي، وفحم الكوك يخضع إنتاجه لمراحل مُتعدّدة بدايةً من عجينة الكوك، التسخين، والإخراج من الفرن وإخماده، وبدايَةً تُعتبر مرحلة جمع الفحم لتجهيزه قبل أن يتم إدخاله للفرن أُولى مراحل إنتاج فحم الكوك، كما تُعد هذه المرحلة أكثر المراحل أهميّة ودقّة فعليها ستُتبنى جودة فحم الكوك النهائيّة، وتتكوَّن من أنواع مُتنوعة من الفحم يتم خلطها بشكل أوتوماتيكي، لُيطحَن الخليط في نِهاية الأمر، ويُخلط فيما بعد الفحم مع بعض المازوت، حيث تُساعد عمليّة الخلط هذه على تقليل انحدار كثافة الفحم النسبيّة وهو بداخل الفرن وذلك لسبب يعود للجاذبيّة، ولكي يتم تصنيع فحم الكوك الذي يُستخدم تحديداً في صناعة الفولاذ يُسخّن اللباب الفحمي داخل أفران، والفرن عبارة عن جدارين من الطوب وهُو مِن النّوع العازل، ويتم إغلاقه من كُل ناحيّة بباب، ويطلَق عليها أفران الغرفة الرأسيّة، ان الأفران تُسَخّن بالمداخن التي تكون عبارة عن أرصفة من الغرف توجَد على الجوانب، ويتم توصيل أفران الغرف الرأسيّة ببطاريّة، وبالمدخنة يُوصل كل فرنان، وعبر مرحلة التسخين الطويلة لفحم الكوك يمُّر اللباب الخاص بالكوك بعدّة مراحل إبتداءاً من التجفيف وذلك عند درجة 150 درجة مئويّة وفيها يتم تبخُّر الماء، ليخف اللباب وتقل لزوجته عند

350 درجة مئويَّة، وتَصِل اللزوجة لحدّها الأدنى عند 450 درجة، وخلال هذه المراحل يُلاحظ إصابة اللباب بإنتفاخ شديد، لتقل بعد ذلك لزوجته أكثر ويرجع اللباب صلباً مرّة ثانيّة وذلك عند 550 درجة، وفي المرحلة الأخيرة من مراحل إنتاج فحم الكوك، يتم استخدام آلة تُسمّى بآلة الإخراج من الفرن التي تكمُن وظيفتها في أن تقوم بدفع الكوك الذي يتّصف حينها بالسخونة، مع مُرافقة رف ومدق لكي يُنقل إلى مكان يُسمّى طُرقة إرشاد الكوك التي تقوم بتمرير "خبز الكوك" ليصل بإسقاطه إلى عربة الفحم، هذه العربة تقوم بعمليّة الإخماد ليصبح فحم الكوك بارداً وذلك عن طريق رشُّه بالماء، وفي أثناء هذه العملية يخرج بخار الماء بشكل واضح بشدّة، يُقطّع فحم الكوك لأحجام مُختلفة حيث يتم تفتيته عند خضوعه للتبريد.

فحم الكوك هو مصدر للوقود حيث يتم توظيفه كوقود وعَن طريق فحم الكوك تُستخلص الفلزات البعض منها مثل الحديد والصلب من خاماتها كما يدخل فحم الكوك في صناعة كبريتيد الكالسيوم.

خامسا: استخدامات الفحم:-

الفحم كمصدر للطاقة:-

يعتبر الفحم الحجري من أوائل المصادر التي استثمرها الإنسان لإنتاج الطاقة، حيث استثمرها في الطبخ والتدفئة، ومع بدء العصر الصناعي فكان قائما على الفحم الحجري وزاد الطلب عليه واستهلاكه ولهذا بدأ في بلاد مثل إنجلترا وألمانيا حفر مناجم الفحم الحجري لاستخراجه بكميات كبيرة، ثم تتابع استخراجه في بقية

البلاد في مناجم لديها أو حصلت عليه بـشرائه مـن الـدول المنتجـة الغنيـة بمـصادر الفحـم منهـا أستراليا والولايات المتحدة الأمريكية وكندا.

ولا يزال الفحم الحجري يشكل أساسا مهما للحـصول عـلى الطاقـة، ففـي الولايـات المتحـدة الأمريكية ينتج الفحم 48 % من الطاقة الكهربائية عام 2008، وهو ينتج لطاقة تعـادل مجمـوع الطاقة المنتجة من الغاز الطبيعي والطاقة النووية معـا، وكـل ذلـك بـسعر متهـاود بـسيط يبلـغ 28و2 سنت لكل مليون وحـدة حراريـة بريطانيـةBTU ، اذ اتفـق عـلى كتابـة 1 مليـون وحـدة حرارية بريطانية كالآتي (MMBTU) وبالمقارنة بسعر الغاز الذي ينتج تلك الكميـة مـن الطاقـة نحو 6 سنت، والنفط بسعر 13 سنت لكل. MMBTU

وتتعرض المحطات الكهربائية التي تعمل بالفحم إلى انتقاد متزايد بسبب ضررها بالبيئة وما تقوم به من تفاقم مشكلة الانحباس الحراري، وينشأ نحو 40 % من غازات الانحباس الحراري في أمريكا من إنتاج الطاقة الكهربائية، والتي تشكل المحطات العاملـة بـالفحم الحجـري مـن أهـم مصادرها، وتجري محاولات في الولايات المتحدة الأمريكيـة مـن أجـل ابتكـار تقنيـة لفـصل ثـاني أكسيد الكربون وتخزينه في طبقات عميقة تحت الأرض، ولكن توجـد أيـضا معارضـة كبـيرة مـن جهة الصناعات حيث سوف تتكلف تلك التقنية تكاليف باهظة، وتـدعي شركـات إنتـاج الطاقـة الكهربائية التي تعمل بالفحم بأنها تحتج تلك المصاريف لتحسين أداء محطاتها التي عتى عليهـا الدهر، وكثير من تلك المحطات قد أصبح قديما، وتجري السياسة على استبدالها بمحطات جديـدة تعمل بالفحم ومحطات تعمل بالطاقة النووية.

●●●

ويكفي احتياطي الفحم في الولايات المتحدة الأمريكية لمدة عدة قرون، وتنتج ولاية فيومنج وحدها نحو 40 % من أنتاج الفحم وتقدر كمية إنتاجها بنحو ألف مليون طن سنويا، وبصرف النظر عن حصة إنتاج الكهرباء بواسطة الطاقة المستدامة، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية، فإن استثمار الفحم سيلعب دورا رئيسيا في المستقبل أيضا في الولايات المتحدة الأمريكية.

صناعات الحديد والصلب:-

كما تستخدم نتائج احتراق الفحم كمصادر للطاقة أيضاً التي تدخل في صناعات مختلفة ومهمة كصناعة الفولاذ، حيث يتم تحويل الفحم إلى صورة أخرى وهي فحم الكوك الذي يمزج بعد ذلك في أفران خاصة مع الحديد لينتج منه سبيكة خاصة مكونة من عنصري الحديد والكربون بشكل أساسي والتي تعد الخطوة الأولى في عملية تصنيع الصلب أو الفولاذ.

الفحم المنزلي:-

قد يعتبر من أكثر استخدامات الفحم التي يعرفها الجميع بسبب تواجده في المنازل بكثرة، لكن الفحم المستخدم في الشواء لا يكون هو الفحم الطبيعي الذي يستخدم في توليد الكهرباء أو حتى في الصناعات المختلفة، إنما هو في الأصل بديل مشابه للفحم يتم تصنيعه من أخشاب الأشجار الضخمة، و قديماً كان يصنع فحم الشواء بشكل بدائي داخل الغابات حيث تقطع الأشجار ويتم إحراق الخشب الصادر منها بشدة حيث تتطلب تلك العملية درجة حرارة تصل إلى 400 درجة مئوية، أما الآن فقد أصبح هناك مصانع عديدة منشأة خصيصاً لتصنيع الفحم المنزلي خلال عملية أقل تلويثاً للبيئة وأكثر أماناً وسلامة، فلم تعد تشمل تلك الصناعة

استخدام الحرائق الضخمة ذات درجة الحرارة المرتفعة، والفحم المنزلي الناتج من تلك الصناعة لا يستخدم فقط في الشواء كما وضحنا من قبل وإنما أيضاً يمكن استخدامه كمصدر لتنقية المياه وعزلها عن الشوائب العالقة بها.

تصنيع الهيدروكربونات:-

من أهم استخدامات الفحم في مجال الصناعة هو تصنيع الهيدروكربونات وهي عبارة عن مواد شمعية تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين بنسب مختلفة وتستخدم في صناعات عديدة ومهمة خاصة صناعة أنواع الوقود الصناعي المختلفة كالديزل والجازولين وغيرهم، ويتم إنتاج الهيدروكربونات من الفحم عبر تسخينه لدرجة حرارة عالية تكفي لتحويله من الصورة الصلبة إلى الغازية حيث يمرر حينها ذلك الغاز الناتج من التسخين على غاز الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون لتنتج الهيدروكربونات في الصورة الشمعية، كذلك من استخدامات الفحم وبنفس الخطوات السابقة تصنيع مواد الميثانول واليوريا والإيثر واشتقاق غاز الهيدروجين الحر منها.

5. الفحم الطبي:-

ربما لن يخطر ذلك الاستخدام على بال أحد نظراً لغرابته مقارنة بنوعية الفحم وطبيعته، ولكن من أحد أهم استخدامات الفحم التي لا غنى عنها هو الاستخدام الطبي، حيث أن الفحم عبر مروره بسلسلة تعديلات صناعية من خلال عدة تفاعلات كيميائية محددة يتحول بعدها إلى حبيبات ناعمة تشبه حبات الرمل أو ربما أنعم بدرجة أكبر منها وهو ما يعرف بالفحم الطبي، فنتيجة لأن تركيب الفحم إسفنجي الطبيعة، حيث أنه عبارة عن مادة صلبة تتخللها الكثير من الثقوب الممتلئة

بالهواء مما يجعلها شبيهة إلى درجة كبيرة بالإسفنج، يمكن استخدامه كمنظف للمعدة والأمعاء ومزيل لأي سموم أو شوائب تعلق بها وذلك عبر ابتلاعه إما بالحقن الفموي أو على هيئة أقراص ولذلك يستخدم الفحم الطبي في عمليات غسيل المعدة ضمن كخطوة مبدئية لتطهيرها وأيضاً ينصح الطبيب المريض الذي على وشك أن يجري عملية جراحية بالجهاز الهضمي بالمواظبة على أخذ أقراص الفحم لفترة كافية قبل موعد إجراء العملية الجراحية حتى يتسنى للفحم تطهير القناة الهضمية بأكملها مما يسهل على الفريق الطبي إجراء الجراحة.

6.امتصاص الروائح:-

يستخدم الفحم كمادة ماصة للسموم الموجودة بالمعدة يمكن استخدامه أيضاً كمادة طاردة للروائح الكريهة خاصة في الثلاجة، فللفحم قدرة مذهلة على مص كافة الروائح الغير مرغوب فيها التي قد تصدر من الطعام أو من غيره ولذلك تنصح ربات المنزل دوماً بوضع قطعة فحم داخل الثلاجة خاصة مع وجود لحوم أو دواجن أو أسماك غير مطبوخة لأنها قد تسبب درجة من التعفن داخل الوسط المحيط بها وعندها سيعمل الفحم على التخلص من كل تلك الروائح التي قد تصدر عنها.

إزالة جير الأسنان:-

ان أحد استخدامات الفحم الأخرى هو إزالة طبقات الجير المتراكمة على الأسنان وبالتالي إظهار بياضها مرة أخرى لتبدو لامعة وبراقة، حيث يمكن استخدام مسحوق الفحم الذي يتم الحصول عليه عبر طحن بعض من أقراص الفحم التي تباع في الصيدليات لتطهير المعدة واستخدام الفحم المطحون الناتج

لغسل الأسنان بالفرشاة وتركه عليها لفترة تتراوح ما بين 10 دقائق إلى ربع ساعة ثم غسل الأسنان بالماء جيداً.

سادسا: التوزيع الجغرافي للفحم في العالم:-

يتوزع الفحم في معظم دول العالم وخاصة الدول الاوربية ودول أمريكا الشمالية فضلا عن استراليا والصين والهند وبدرجات متفاوتة الا أن اكثر التكوينات تظهر في شرق ووسط وجنوب اسيا، وعلى هذا الاساس يمكن توضيح التوزيع الجغرافي للفحم في العالم من خلال الآتي:-

القارة الأوربية: تعد القارة العجوز من أوائل القارات استخداما للفحم كوقود وكانت تسهم بنحو 29% من انتاجه في منتصف القرن الماضي حيث تتصدر بولندا انتاج الدول الاوربية بما يقارب 2،4% من انتاج القارة.

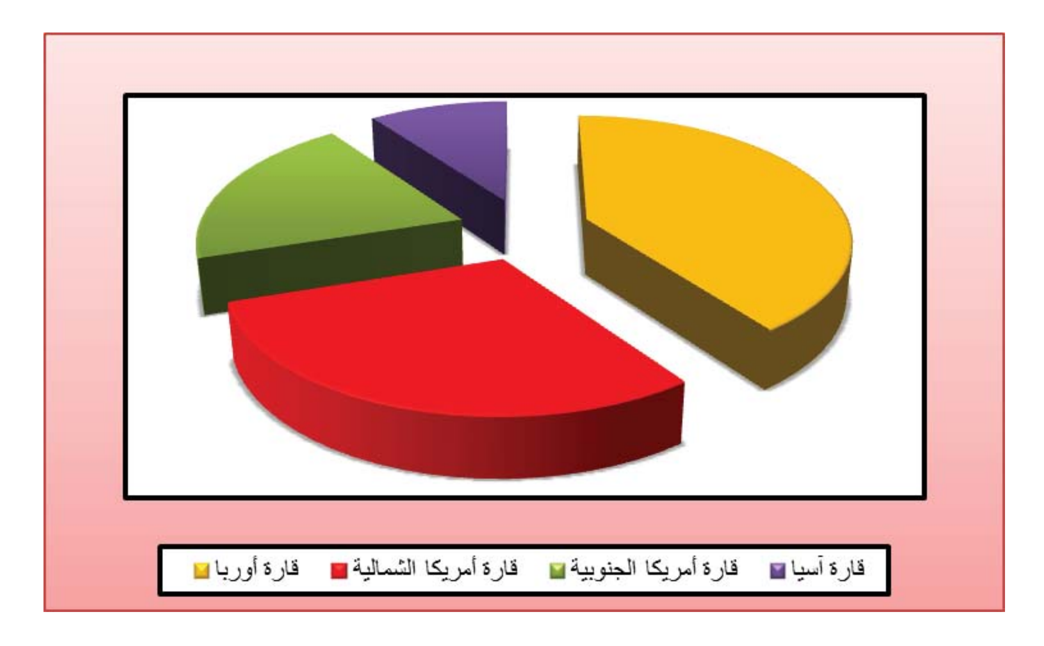
قارة امريكا الشمالية: يتوزع الفحم في هذه القارة في عدة مناطق لعل ابرزها حقول جبال الابلاش وحقول جبال الروكي وحقول ولاية تكساس فضلا عن الحقول الوسطى.

قارة امريكا الجنوبية: تظهر حقول الفحم في هذه القارة عند السواحل الشرقية والغربية كما هو الحال بالحقول المتواجدة بالمرتفعات البرازيلية ومرتفعات الاورغواي

قارة أسيا: تعتبر حقول الصين من ابرز الحقول المتواجدة في القارة الآسيوية حيث تمتد هذه الحقول من الشمال الى الجنوب، فضلا عن تواجد الفحم في روسيا حيث يعد حقل دونياس من اعظم الحقول وهو يقع شمال شرق البحر الأسود، كما

وتعد الفلبين وكوريا وتايلاند مناطق تمتلك لحقول مهمة في القارة الآسيوية، ينظر الشكل (17).

الشكل(17) يوضح التوزيع الجغرافي للفحم في العالم



●●●

الفصل الثالث عشر

النفط

●●●

تمهيد:-

يعد النفط مادة استراتيجية لها أهمية كبيرة في السلم والحرب، وقد تزايد اهتمام العالم بهذه المادة بصورة كبيرة في السنوات الأخيرة مما حدى بالمؤسسات العلمية المختلفة إلى استحداث التخصصات التي تهتم بالجوانب المتعددة والمعقدة للصناعات النفطية.

يساهم النفط اليوم بحوالي 38% من استهلاك الطاقة العالمي، وتحتوي منطقة الشرق الأوسط على أعلى مخزون للنفط في العالم، اذ تعتبر المملكة العربية السعودية الأولى من حيث الخزين النفطي العالمي حيث يقدر بـ (263 مليار برميل) في عام 2003 ، أما احتياطيات العالم تقدر ب (1148 مليار برميل).

يعد العراق من أغنى مناطق العالم بالنفط حيث يوجد اكبر مخزون نفطي وتعزى هذه الغزارة في إنتاج النفط الى عدة عوامل منها السمك العالي للمكامن النفطية ذات المسامية والنفاذية الجيدة ووجود الصخور المصدرية المولدة للهيدروكربونات فضلا عن وجود التراكيب الجيولوجية والطبقية لتجمع ووقف هجرة النفط جانبيا وعموديا.

يتواجد النفط في مناطق مختلفة من العالم وبنوعيات وتراكيب مختلفة فمنه ما يوجد قريب من سطح الأرض وفي هذه الحالة تكون نوعيته غير جيدة لفقدانه الكثير من المواد المتطايرة المرغوبة في النفط الخام، ومنه ما يوجد بعيدا عن سطح الأرض ويكون ذو توعية جيدة رغم الكلف الإضافية لاستخراجه وتصنيعه.

●●●

أولا: تاريخ استخدام النفط:-

عرف الإنسان النفط منذ الاف السنين حيث كانوا في الحضارات القديمة يقومون بجمع النفط المتسرب من المنافذ والشقوق الأرضية ، وذكرت التوراة ان النبي نوح عليه السلام استخدم القار وسد الشقوق في سفينته ، كما استخدمت أم النبي موسى عليه السلام القار في طلاء الصندوق الذي وضعت فيه النبي موسى قبل إلقائه في اليم.

كما عبد الفرس النار المستمرة للاشتعال ، والتي فسرت فيما بعد بأنها ناجمة عن اشتعال غازات النفط المتصاعدة من الأرض ، واستخدم سكان العراق ومصر وبلاد فارس النفط لإغراض التدفئة والإضاءة وأغراض البناء وطلاء التوابيت وطلاء أرضية السفن وسد شقوق المعابد وكعلاج لدهن الجروح (لاحتوائه على الكبريت الفعال في القضاء على البكتريا).

كما استخدم الملك نبوخذ نصر القار في مدينة بابل وطلاء الشرفات للحدائق المعلقة ، فضلا عن استخدم النفط في الأغراض الحربية مثل غمس السهام بالنفط كما فعل الرومان في دفاعهم عن القسطنطينية أمام المسلمين ، وقام أبو بكر الرازي سنة 950م بكتابة رسالة عن كيفية تقطير النفط ، وبالرغم من قدم استخدام النفط إلا أن اكتشاف مكامن النفط لم يحدث إلا في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، ففي 1830م تدفق النفط أثناء استخراج الملح في الولايات المتحدة الأمريكية واكتشف مكمن للنفط عام 1856م وفي رومانيا عام 1858م.

●●●

لكن أول اكتشاف تجاري كان في مدينة تتسفيل بولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية عندما قام ادوين دريك عام 1859م بحفر أول بئر لاستخراج النفط وقد عثر على الزيت الخام على عمق 69 قدم بمعدل إنتاج يتراوح بين 20 – 35 برميل يوميا ويعتبر هذا الحدث بداية تاريخ عهد الصناعة.

بعد نجاح ادوين دريك تهافتت الناس على البحث عن النفط فتأسست عدة شركات في أمريكا لحفر أبار الزيت وبعد انتشار أخبار استخراج النفط في أمريكا بذلت جهود مماثلة في عدة دول ، وفي عام 1901 منحت إيران رجل الإعمال الانكليزي وليام لارس عقد امتياز لمدة 60 سنة مكنه من استخراج النفط وبحلول عام 1910 أصبح النفط ينتج في كل من رومانيا وكندا وايطاليا وألمانيا واليابان والهند وبيرو والمكسيك والأرجنتين ، وفي عام 1911 بدأ الإنتاج في جزر البورينو في بريطانيا ثم فنزويلا وفي عام 1927 أكملت الشركة العراقية أو حقول النفط في كركوك وفي عام 1932م تم اكتشاف النفط في البحرين وثم اكتشاف النفط في الكويت والسعودية بين عامي 1936- 1938 وفي الجزائر عام 1956 وفي النرويج عام 1967 والجدول رقم (8) يوضح اكتشاف النفط في أهم مناطق العالم.

وكان الوصول للنفط سببا في كثير من النزاعات العسكرية بما فيها الحرب العالمية الثانية حرب العراق وإيران وحرب الخليج 1990 وفي 2001 استحوذ الشرق الأوسط تقريبا على 80% من المخزون العالمي حيث قدرت نسبة 62.5% تتركز في خمس دول هي السعودية والإمارات والعراق والكويت وإيران.

●●●

الجدول(8) تاريخ اكتشاف النفط في أهم المناطق عبر العالم

الترتيب	تاريخ اكتشاف النفط	الدول	ملاحظة
1	1830	الولايات المتحدة الأمريكية	أول اكتشاف تجاري 1858 في بنسلفانيا
2	1856	روسيا	1868 أول اكتشاف تجاري
3	1901	إيران	منح حق الامتياز لرجل أعمال انكليزي
4	1910	مصر-رومانيا –ايطاليا-المانيا-اليابان الهند- البيرو المكسيك- الارجنتين	
5	1911	جزر البرنيو في بريطانيا	
6	1914	فنزويلا	
7	1927	العراق	
8	1932	البحرين	
9	1936	الكويت	
10	1938	المملكة العربية السعودية	
11	1956	الجزائر	أول اكتشاف تجاري في بحر الشمال
12	1967	النرويج	

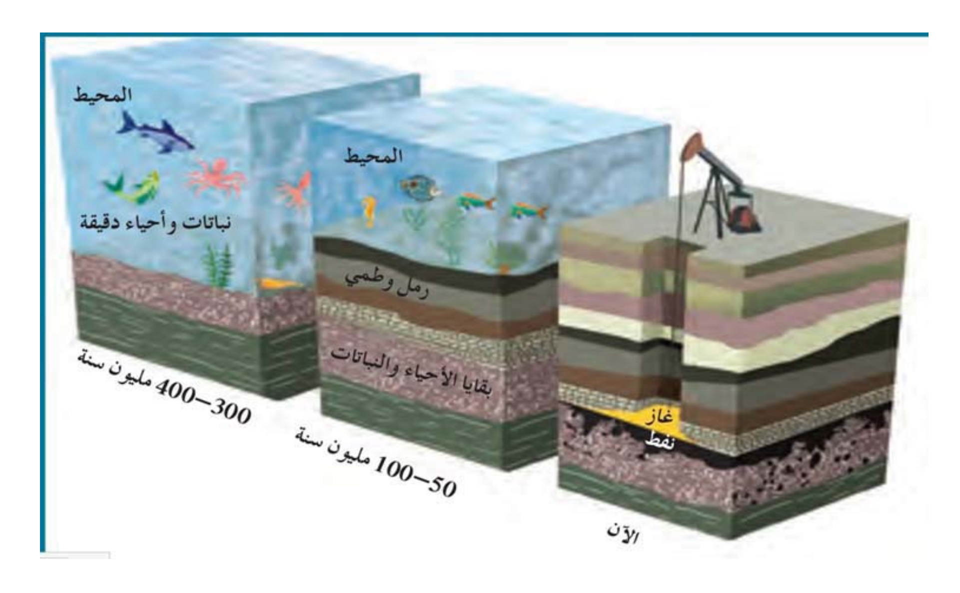
ثانيا: نشأة النفط ونظرياته:-

النفط الخام عبارة عن مواد هيدروكربونية سائلة له رائحة خاصة حيث تتباين أنواعه بين الأسود المخضر والبني والأصفر وذلك تبعا لطبيعة المواد العضوية التي تنتج عنها والتي غالبا ما تكون نباتية أو حيوانية ، إلا إن الجيولوجيين يختلفون في تحديد أصل وكيفية تكوين النفط ولهذا ظهرت مجموعة من النظريات التي تناولت موضوع نشأة النفط وطبيعة تكوينه.

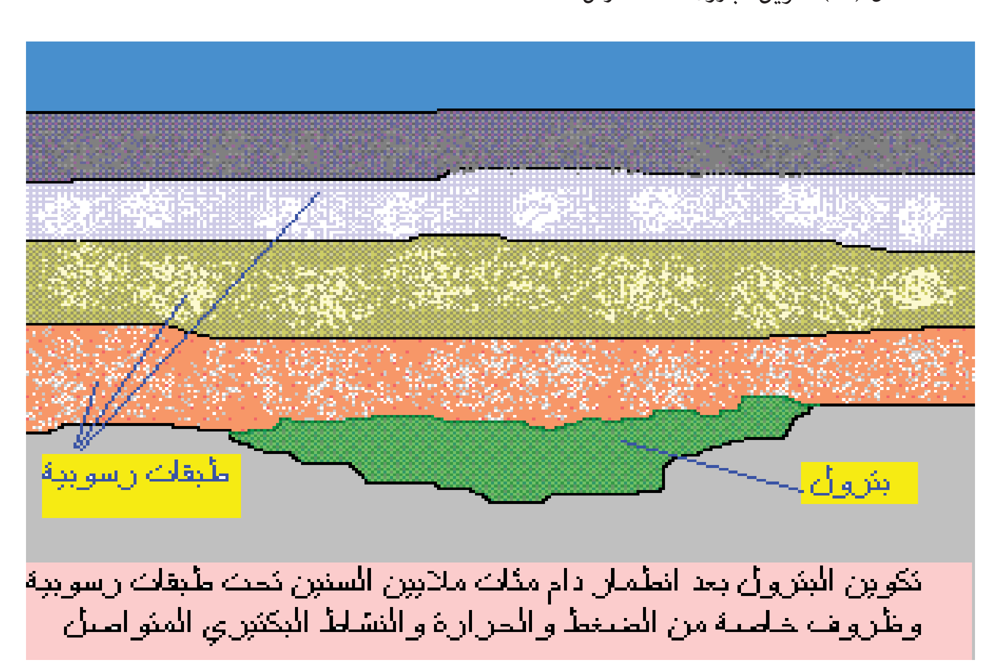
1. النظرية العضوية:-

هي من النظريات الأكثر قبولا والتي تبين إن النفط الخام تكون من بقايا النباتات والحيوانات المجهرية البحرية عاشت وماتت ثم ترسبت في قاع البحر منذ مئات الملايين من السنين عندما كان الماء يغطي مساحات كبيرة من اليابس القائم اليوم ثم توالت الرواسب وتعرضت لضغط وحرارة عاليتين غير مسامية أو مائية ، فتراكمت وبقيت عائمة فوقها تعلوها الطبقة الغازية كما في الشكل (18-19) ، ويؤيد صحة هذه النظرية وقبولها اكتشاف أثار بعض المتحجرات بالقرب من الطبقات النفطية والنفط العراقي تنطبق عليه هذه النظرية.

الشكل (18) تكوين النفط منذ بدايته لحد اكتشافه



الشكل (19) تكوين البترول تحت الارض



●●●

2. النظرية اللاعضوية:-

يرى أصحاب هذه النظرية إن أصل النفط يرجع إلى مواد هيدروكاربونية نجمت من تفاعل احد مكونات القشرة الأرضية وهو كبريتيد الحديد مع الرطوبة ونجم عن ذلك تكون مادة أشبه بالاستلين تحولت إلى قطرات زيتية بمرور الزمن والمختص والمتمعن في فحوى هذه النظرية يدرك إن النفط يجب أن يتكون من الصخور النارية ومن المستحيل تكونه في الصخور والطبقات الرسوبية لكن الواقع يجسد إن العكس هو الصحيح، لكن أصحاب هذه النظرية قد استندوا على نظريتهم تلك على مكامن النفط المتواجدة في المكسيك واليابان.

ثالثا: أنواع النفط ومنتجاته:-

النفط الخام موجود في الطبيعة رغم كونه مادة متجانسة في عناصره المكونة له إلا انه لا يكون على نوع واحد في العالم فهو على أنواع متعددة، اذ تتأثر تلك الأنواع بالخصائص الطبيعية أو الكيماوية أو بالكثافة أو اللزوجة أو بحسب احتوائه على المادة الكبريتية كذلك يتباين ويختلف في نوعه من منطقة لأخرى ومن بلد لأخر وحتى داخل الحقل الواحد لا يوجد نفط واحد في نوعه بل توجد أنواع متعددة فالمنطقة الأوربية تحتوي على نفط مختلف عن القارة الإفريقية والنفط العربي في المنطقة الأسيوية مختلف عن النفط العربي في المنطقة الإفريقية وهكذا ، فقد يكون نفطها بارفينيا وهو النفط الذي يحتوي على نسبة عالية من المركبات الهيدروكربونية البارفينية ، او قد يكون نفطا نافتينيا وهو النفط الذي يحتوي على نسبة عالية من المركبات النافتينية او قد يكون من المواد الاسفلتية (العطرية – الارومانية).

●●●

وهناك نوع خفيف ونوع ثقيل ومتوسط وهناك نوع حسب نوع الكثافة النوعيـة (عـالي أو منخفض)، كما ان هنالك نفط حلو ونفط مر للدلالة على نسبة احتوائه من المادة الكبريتية، هذا إلى جانب الأوصاف الأخرى لأنواع النفط كما يوضحه الجدول(9).

الجدول (9) درجة الكثافة النوعية والكثافة لمختلف أنواع المنتجات والمشتقات النفطية.

النوع	درجة الكثافة النوعية	عدد البراميل في الطن المتري	الكثافة حسب API
زيت الفحم	0.97 0.80	6.6 8.0	12.9.45.4
بنزين الطائرات	0.78 0.80	8.2 9.1	49.9.70.6
بنزين السيارات	0.79 0.81	8.1 9.0	47.6.67.8
كيروسين	084 0.6	7.6 8.2	37.0.49.9
زيت الغاز	0.90 082	7.1 7.8	25.7.41.1
الديزل	092 0.82	6.9 7.8	22.3.41.1
زيت التشحيم	095 0.85	0.95 0.85	17.5.35.0
زيت الوقود	099 0.92	6.5 6.9	11.4.22.3
اسفلت	1.10 1.00	5.8 6.4	10.00

المصدر حسن عبدالـلـه ، البترول العربي ، دراسة سياسية اقتصادية ، ص 3

إن هذا الاختلاف والتباين في أنواع المادة النفطية تنجم عنه تأثيرات على الـصناعة والنـشاط الاقتصادي النفطي ومن ابرز هذه التأثيرات:

1. التأثير على قيمة وسعر النفط.

التأثير على الكلفة الإنتاجية من حيث نقاوته وكذلك عـلى طريقـة التكريـر ونوعيـة المـصافي النفطية.

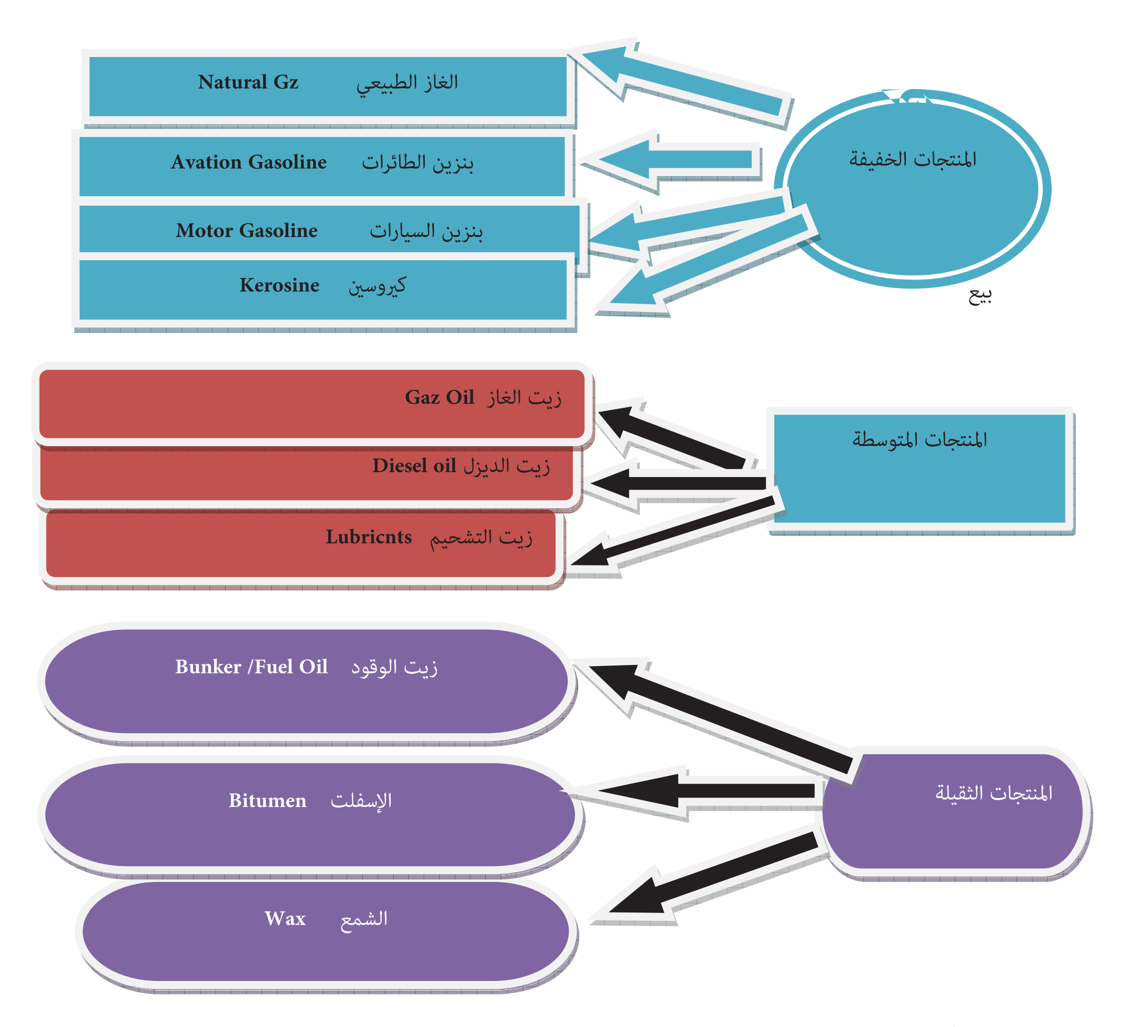
التأثير على العرض النفطي من خلال تقدير مـا يحـصل عليـه مـن مقـدار ونـسبة المنتجـات النفطية الممكن الحصول عليها من ذلك النـوع النفطـي أي مـا يتعلـق بمرحلـة المـصب الخاصـة بالصناعة البتروكيماوية.

لا يمكن استعمال واستهلاك النفط كمادة خـام إلا بعـد تـصفيته أو تكريـره لتحويلـه إلى منتجات سلعية نفطية مختلفة ، بعضها ذو قيمة سـعريه عاليـة مـع سـعة وتنـوع في الاسـتهلاك والاستعمال والبعض الأخر منها منخفض السعر والحرارة مـع محدوديـة وعـدم تنـوع اسـتعماله واستهلاكه.

رابعا: منتجات النفط:-

النفط الخام يتضمن ويستخلص منه العديد من المنتجات النفطيـة المختلفـة في طبيعتهـا او شكلها او قيمتها او استعمالها، فمنها المنتجات النفطية الرئيسية او الثانوية او منهـا الخفيفـة او الثقيلة او المتوسطة ويمكن توضيح هذه المنتجات النفطية بحـسب قيمتهـا كـما في الاشـكل الاتي :(20)

الشكل(20) يوضح المنتجات النفطية الخفيفة والمتوسطة والثقيلة



خامسا: أسباب استخدام النفط كمصدر للطاقة:-

سهولة نقلة حيث يتم نقله بالأنابيب إلى أماكن التصنيع الأولية المصافي والى محطات الشحن والتصدير ، كما يتم تحويله إلى مشتقات نفطية تتفاوت في الخصائص والاستخدام وكذلك كثرة تواجده في دول لا تستهلك إلا القليل منه نظرا لمحدودية التنمية الصناعية فيها مما يسهل تصديره إلى الدول الصناعية التي تحتاج إلى كميات كبيرة منه.

على الرغم من التطور الهائل في الأبحاث التي تسعى الى التقليل من الاعتماد على النفط وإيجاد بدائل أخرى ، فان النفط سيبقى مصدر رئيسي للطاقة في كثير من الاستخدامات وخصوصا في قطاع النقل والموصلات والصناعات البتروكيماوية ودخوله كمادة خام في صناعة البلاستيك واللدائن والألياف الصناعية وغيرها.

احتواء النفط على كمية كبيرة من الطاقة المتولدة من حرقه (فلكل كيلو غرام يعطي طاقة تتراوح من 9500 – 10500كالوري).

النفط لا يترك رمادا عند حرقه لكن تنطلق منه غازات متعددة مضرة بالبيئة.

سهولة استخراجه بعد الكشف عنه لا يحتاج في بعض الحالات لأكثر من الحفر لتدفق تلقائيا ولا سيما إذا كان مترافقا مع الغاز الطبيعي المرافق له.

يمكن استخدامه في صناعات مختلفة كما إن اكتشافه أعاد رسم توزيع المناطق الصناعية حيث أصبحت لا ترتبط بالمناطق التي يتواجد فيها الفحم.

سادسا: الأهمية الإستراتيجية للنفط:

الطاقة:

تزايدت استخدامات النفط في الطاقة على اختلاف أنواعها وأشكالها كوقود وإنارة وتدفئة في المنازل والمركبات والمصانع والمنشآت الاقتصادية وغيرها، كما ويستخدم النفط بشكل واسع في توليد الطاقة الكهربائية، ويمتاز النفط عن غيره من مصادر الطاقة بأنه ارخص سعرا وأسهل استعمالا، بلغ استهلاك الطاقة بمختلف مصادرها ومواردها في العالم في العقد التاسع من القرن العشرين الفائت كما يلي: في عام 1990 5،890 مليون طن، وفي عام 1995 5،1023مليون طن، وفي عام

2000 ازداد استهلاك الطاقة في العالم إلى حوالي 1165 مليـون طـن، عـلى أسـاس إن الزيـادة السنوية بمتوسط حسابي قدره 65ر2 %، وتتـألف مـساهمة الـنفط مـن الاسـتهلاك الإجـمالي للطاقة في العالم بنسبة تتراوح مـا بـين 36 % - 40 % حتـى أواخـر هـذا العقـد التاسـع مـن القرن العشرين ، وعلى العموم إن الـنفط يـستخدم في كافـة المجـالات المدنيـة والعـسكرية حيث يستعمل في النقل البري والبحري والجـوي للمركبـات عـلى اخـتلاف أشـكالها وأنواعهـا والقطارات وفي البواخر والسفن والطائرات في الحيـاة المدنيـة العامـة كـما يـستخدم الـنفط كوقود في الأسـلحة البريـة والبحريـة والجويـة، في الـدبابات والمـدرعات والقـوارب والبـوارج الحربية وفي الطائرات الحربية النفاثة والعادية، فضلا عن تصنيع الغازات السامة كنـوع مـن الأسلحة العصرية الفتاكة.

الصناعة:

يشكل النفط احد أهم مصادر المواد الخام للصناعات المختلفة في أوقات الـسلم والحـرب على حـد سـواء، إذ يـدخل في إنتـاج حـوالي 300 ألـف منـتج صـناعي بـشكل كامـل أو جـزئي في الصناعات الحربية والزراعية والصحية والنسيجية والكتابية والمنزلية وتعبيد الـشوارع والطرقـات وغيرها، ومن أبرز هـذه الـصناعات النـايلون، الـدكرون، الارلـون، مبيـدات الحـشرات، الأسـمدة الكيميائية، صناعة المركبات، الصحون، خراطيم المياه، مراهم التجميل، طاولات الحدائق، أغطيـة الطاولات، البرنيق، الأزهار الاصطناعية، السقوف، الستائر، احمر الشفاه، الكحـل الحـديث، طـلاء الأظافر، الألبسة الداخلية، الإسفنج الاصطناعي، فرشاة الأسنان، الشمع، الأحواض، الغاز المستخدم في المنازل، حبر الطباعة الخ.

●●●

كما ان هناك العديد من المواد البتروكيماوية التي يجرى تصنيعها من الـنفط: مثـل الغـازات التاليـة (اثيلـين، ميثـانول، ايثـانول، بـروبلين، بنـزين، تولـوين، مخلـوط الـزايلين، بـارازالين، اثلـين كلايكول، ستارين، ميلامين، فورمالدهيـد، فينـول، بـولي اثيلـين، بـولي اثيلـين (ع)، بي في سي، بـولي ستارين، الكيل بنزين، ميثيل بوتيل الثلاثي ايثر، بولي بروبلين، بولي بول، مثالك الهيدريد، راتنجات الالكيد، الياف بولي اميد، الياف بولي استر، راتنجات بولي، استر غير مشبع، راتنجات ثنائي اوكتيـل، راتنجات فورمالدهيد، راتنجات بولي فلات فنيل"، وهـي غـازات ضروريـة لمختلـف الاسـتعمالات البشرية اليومية.

النفط سلاح سياسي:

يمكن للدول المصدرة للنفط استخدام هذا المورد الاقتصادي كوسـيلة للـضغط الـسياسي والاقتصادي على أي دولة من الدول في منطقة أو إقليم جغرافي معين، إلا إن هذا الاسـتخدام هو سلاح ذو حدين، إذ انه يمكن استخدامه لتحقيق أهداف أو غايـات محـددة ضـمن فـترة زمنية محددة أو مفتوحة لأجل غير مسمى، فمثلا استخدم العـرب سـلاح الـنفط عـام 1973 كـسلاح اقتـصادي وسـياسي ضـد الولايـات المتحـدة وهولنـدا لـدعمهما الـسياسة الـصهيونية العدوانية تجاه الوطن العربي وكان له مفعول قوي، وعلى النقيض من ذلـك، اسـتخدم سـلاح النفط عام 1991 كعقاب ضد العراق اثر حرب الخليج الثانية من خـلال منـع بيـع وتـصدير النفط العراقي مما الحق أضرارا بالغة بالشعب العراقي من النـواحي الاقتـصادية والمعيـشية الداخلية، وجمـد أو شـل العلاقـات العراقيـة الخارجيـة مـع العديـد مـن الـدول العربيـة أو الأجنبية.

●●●

وبناء على ذلك فإن النفط سلاح متعدد الاستخدامات والأهداف كنعمة ونقمة في آن واحد، اذ يمكن إن يؤثر على الدولة المصدرة أو المستوردة على حد سواء، ولكن بتبعات وآثار مختلفة ومن آن لآخر ومن دولة لأخرى.

دور النفط في تطوير الاقتصاد:-

إن النفط هو عماد النهضة الصناعية وعصب الاقتصاد في عالم اليوم إذ له انعكاسات مباشرة على مجمل الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية والسياسية ويرجع ذلك إلى الارتفاع المستمر في أسعار النفط في الأسواق العالمية بسبب تنامي الطلب عليه.

يعتبر الكثيرون إن النفط هو أساس الاقتصادي لحياتهم لحين إيجاد البديل المناسب الذي يساهم بشكل اكبر في اقتصاداتهم وعدم اعتمادهم على النفط بشكل رئيس في مواردهم والناتج الوطني والاهتمام بحلقات التنمية الأخرى وعدم إهمالها لان عملية التنمية تتكون من مجموعة من الحلقات المتكاملة المترابطة والتي يؤدي إهمال أي منها حدوث خلل في منظومة التنمية.

ورغم هذا يؤدي النفط دورا محوريا في الاقتصاد الوطني لكثير من الدول ومنها العراق ودول الخليج العربي خاصة والوطن العربي عامة ويبرز هذا الدور من خلال التالي:

يسهم في عملية استقرار سعر الصرف وتحقيق معدلات نمو جيدة وخفض التضخم ويسهم في إدخال التقنيات وفتح أفاق التنمية حيث احدث تحولا كبيرا في الاقتصاد بجانب توفير الخدمات الاجتماعية بمناطق الإنتاج المختلفة كالمستشفيات

والمراكز الصحية والمدارس والطرق والمجمعات الثقافية وشبكات المياه والاتصالات والكهرباء.

النفط يوفر رأس المال الذي يحدث التنمية المستدامة الشاملة وتحويل الاستثمارات ويوفر الطاقة اللازمة للتنمية كما يوفر الصناعات البتروكيماوية ويرفع مستوى القوة الشرائية ، اذ ان نسبة الصرف على مشروعات التنمية ازدادت بعد دخول قطاع النفط زيادة كبيرة حيث بلغ الصرف على مشروعات التنمية حوالي 7.90% من إجمالي الصرف من عام 2000 والأعوام التالية.

إن إنتاج النفط احدث نقله نوعية في أداء الاقتصاد العالمي عامة والعربي خاصة لمساهمته المباشرة في الإيرادات وتحريك القطاعات الإنتاجية وشجع على دخول الشركات العالمية للاستثمار في قطاع النفط والقطاعات الخدمية الأخرى فضلا عن تكثيف عمليات الإنتاج قد حقق الاكتفاء الذاتي من معظم المنتجات النفطية كما رفع من مستوى وحجم الصادرات وأدى ذلك إلى الإسهام المباشر في خفض عجز الميزان التجاري كما ساهم في خفض عجز الموازنة العامة للدولة وعزز بناء احتياطيات من العملات الحرة ساعدت في المحافظة على استقرار سعر الصرف.

تحقيق الاكتفاء الذاتي من المواد البترولية أدى إلى فك كثير من الاختناقات في القطاعات الإنتاجية الناجمة عن عدم توفر الطاقة بأنواعها خاصة المواد البترولية مما أدى إلى زيادة معدل نمو الناتج القومي وزيادة فرص العمل والاستخدام في كل القطاعات.

●●●

هناك زيادة مستمرة في معدل الإنتاج المحلي الإجمالي للفرد خلال الفترة من العام 2000 الى عام 2005 وبلغت الزيادة 9.56% في العام 2004 مقارنة مع نسبة الأساس.

بعد إنتاج البترول على النطاق التجاري تخلصت اغلب الدول من قيمة الفاتورة السنوية من قائمة المصروفات التي كان يستورد بها احتياجاته من البترول فكثير من الدول كانت تصدر البترول لقاء مواد أخرى قد تكون في الغالب غذاء أو دواء أو مواد مصنعه ليست لها القدرة على تصنيعها وإنتاجها لكلفتها العالية.

سابعا: الدور الاقتصادي للثروة العربية النفطية:

ما هي طبيعة الدور الاقتصادي للنفط العربي أو أي دور يمكن أن تؤديه الثروة النفطية في التنمية الاقتصادية والاجتماعية يمكن الإجابة عن هذا التساؤل من خلال الأمور الآتية:

النفط والتنمية وفي البلدان المنتجة: مع توفر العائدات النفطية الضخمة انطلقت جهود التنمية بخطى سريعة حيث خصصت ميزانية كبيرة للإنماء في البلدان المنتجة للنفط فكانت البرامج الطموحة لبناء المدارس والمستشفيات والكهرباء والمساكن وسواها من عناصر البنى الهيكلية الاقتصادية والاجتماعية.

لقد حققت البلدان المنتجة للنفط انجازات إنمائية واضحة لكن ذلك لا يعني ان هناك تنمية حقيقة فلا يزال اقتصاد هذه الدول يعتمد بشكل مباشر على النفط الخام وتصديره.

●●●

الدور الاقتصادي للنفط العربي في التنمية الشاملة: وهو الأمر الذي يقضي بحتمية التعاون في ميدان التعاون في ميدان استثمار العائدات النفطية للبلدان المنتجة وان شروط التنمية لم تتوفر لبلد من البلدان العربية فالذين يملكون الطاقة البشرية تنقصهم الثروات الطبيعية والتمويل والذين يملكون المال تنقصهم الموارد الطبيعية والطاقة البشرية.

إن الطريقة المجدية الفعالة لاستثمار العائدات هي من خلال التعاون والتنسيق على مستوى الوطن العربي الذي من شانه أن يحقق مصالح مشتركة بين البلدان المنتجة وباقي سائر الوطن العربي سواء من الناحية الاقتصادية والاجتماعية وحتى السياسية والقومية وهذا يتم من خلال التالي:

المساعدات الثنائية الحكومية التي يقدمها بلد نفطي لحكومة بلد غير نفطي.

تقديم الأموال عن طريق الصناديق الإنمائية العربية.

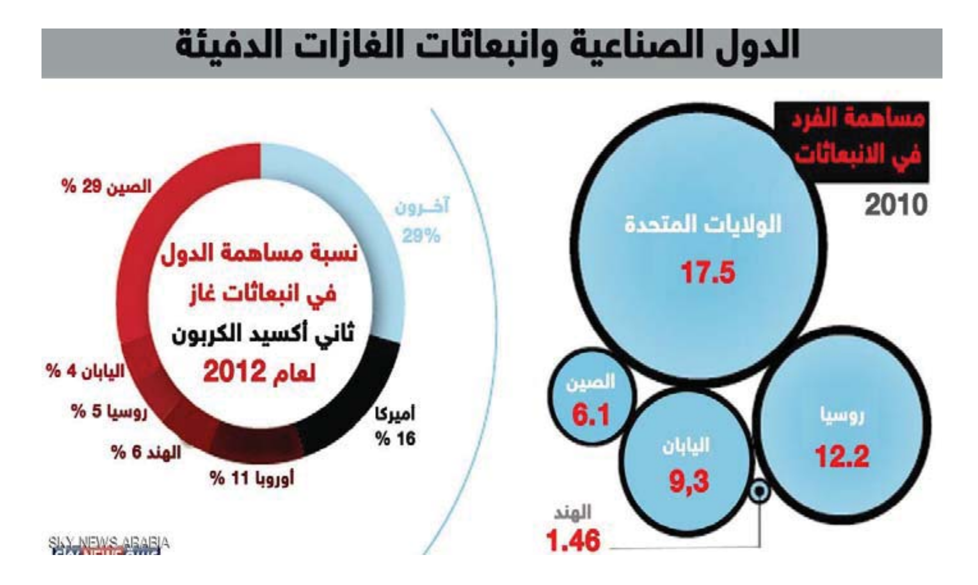
حركة المشاريع العربية المشتركة والتي تعد من أهم أدوات السياسة العربية المؤدية إلى تحقيق الأهداف التكاملية.

ثامنا: النفط والمناخ:-

تحاول الدول الكبرى المصدرة للنفط والتي تعتبر بين كبار منتجي الغازات الدفيئة المسببة للاحتباس الحراري بالنسبة للفرد، وصعوبة تغيير صورتها كعدوة للمناخ، ينظر الشكل، فيما تسعى بعض الدول إلى إيجاد آليات بديلة كالاعتماد على الطاقة النووية والطاقة المتجددة، ويوضح الشكل(21) الدول الصناعية وانبعاثات الغازات الدفيئة.

●●●

الشكل(21)



تاسعا: النفط والطاقة البديلة وتأثيره السلبي:-

إن الطاقات المتجددة تتطلب استثمارات وفي هذا المجال بدأت بعض رغم ثرائها و دفاعها بقوة عن اقتصادها المرتكز على منتجات النفط والغاز، بدأت تستثمر طاقات متجددة خاصة الطاقة الشمسية والبعض منها يهتم بالطاقة النووية التي تصدر القليل من الانبعاثات من غاز ثاني اوكسيد الكاربون مثل أبو ظبي مع محطات قد الإنشاء وكذلك السعودية ومصر وتتصدر الإمارات العربية المتحدة هذه الحركة أو التوجه البطيء نحو الطاقة البديلة التي تظم اكبر محطة للطاقة الشمسية المركزة في العالم.

أثر التلوث النفطي على الهواء والصحة العامة:

إن الدخان الكثيف للنفط المحروق يحمل المواد الهيدروكربونية والسخام، ينظر الصورة(26)، والتي لها الأثر الكبير الضار على الصحة العامة والتي تسبب

أمـراض الجهـاز التنفـسي والجهـاز الهـضمي والـسرطان كـما تـسبب الـولادة المبكـرة والإجهـاض والعيوب الخلقية لـدى حـديثي الـولادة وأمـراض كـالطفح الجلـدي ومـشاكل الـذاكرة والـصداع والخمول وضعف المناعة.

الصورة(26) التلوث الهوائي الناجم عن استثمار النفط



أثر التلوث النفطي على التربة:

يعتبر النفط من اخطر مصادر التلوث على التربة وتحويلها الى تربـة عقيمـة غير صالحة للحياة النباتية والحيوانية ولجميـع الكائنـات الحيـة هنـاك العديـد مـن المركبات الضارة التي يحتويها النفط الخـام والتـي تـؤدي جميعهـا إلى تلـوث الأرض والمياه والتي تكون على ملوثات عضوية سامة أو ملوثات غـير عـضوية سـامة والتـي تضم العديد من المركبات الخطرة مثل مركبات الفينول ومركبات السيانيد ومركبـات الكبريتيدات وايونات المعادن السامة والمواد الذائبة والعالقة وكافة تلك المواد تعمل

على تدمير كافة أنواع الأتربة ومنها التربة الزراعية الخصبة وتحولها إلى تربة عقيمة لا نفع منها ، فالنفط يعمل كحاجز كتيم بين الحبيبات التربة والهواء ويؤدي إلى تسمم وموت كافة محتويات التربة من كائناتها الحية والى تدهورها ومن ثم مـــوت النباتات والحيوانات والحشرات مما يسبب خللا تام في النظام البيئي، ينظر الصورة(27).

الصورة(27) توضح تلوث التربة نتيجة استثمار النفط



أثر التلوث النفطي على البحار والمحيطات:-

يؤدي تلوث البحار والمحيطات بالنفط إلى إلحاق أضرار بكافة الكائنات الحية البحرية دون استثناء الحياة المجهرية والنباتات والطحالب واللافقريات البحرية والاسماك والزواحف والثدييات البحرية والشعاب المرجانية وطيور البحر والتي تعيش بكافة الأعماق من القاعية أو التي تعيش قرب القاع او التي تعيش قرب السطح وينتج عن ذلك خسارة فادحة بكافة هذه الكائنات وبالثروة السمكية لمنطقة

التلوث والمناطق المجاورة لها والى انخفاض كبير جدا في إنتاجية صيد الأسماك الذي يعتـاش منهـا ملايين البشر، ينظر الصورة(28)


الصورة(28) توضح أثر التلوث بالنفط على الكائنات البحرية



أثار التلوث النفطي على سطح المياه:-

إن انتشار النفط على سطح الماء يشكل طبقة تمنع التبادل الغازي كـما تمنـع وصـول الـضوء المخزون السمكي كما يؤدي تدفق النفط إلى الطبقات التي تحتوي على المياه الجوفيـة إلى تلـوث المياه الجوفية خاصة عندما تكون ن التكوينات المائية شديدة النفاذية

مما يجعل من السهل تسرب النفط إلى هذه التكوينات خاصة بمصاحبة مياه الأمطار، ينظـر الصورة(29).

الصورة(29) توضح تلوث المياه السطحية بطبقة من النفط.



عاشرا: التوزيع الجغرافي للنفط:-

يوجد النفط في كل قارة من قارات العالم إلا إن هذه النسب تختلف من مكان إلى آخر نتيجة لعدة عوامل، وتشير التقديرات التي أجريت عام 2006 إلى ان كميات النفط في العالم من حيث الاحتياطي والإنتاج هي كالآتي وكما موضح في الشكل(22):

الشرق الأوسط: يحتوي على ما يقارب 67% من نسبة البترول بالعالم حيث يصل احتياطه إلى ما يقارب (660 بليون برميل) حيث تمتلك السعودية وحدها ما يقارب (258 بليون برميل).

أوربا: تمتلك القارة الأوربية ما يقارب 7% من البترول في العالم حيث تقع معظم الحقول في المناطق القريبة من جبال الأورال وسيبيريا وبحر الشمال.

أمريكا اللاتينية: تمتلك ما يقارب (120بليون) برميل من الاحتياطي النفطي أي ما يقارب 12% من احتياطي العالم حيث تحتل فنزولا المرتبة الأولى في هذه القارة من حيث الاحتياطي إذ تمتلك وحدها (59بليون برميل) واهم حقول النفط تقع في البرازيل والأرجنتين.

أفريقيا: تمتلك حوالي (60 بليون برميل) أي ما يعادل 6% من الاحتياطي العالمي ويقع معظم الاحتياطي في ليبيا والجزائر وتونس ومصر.

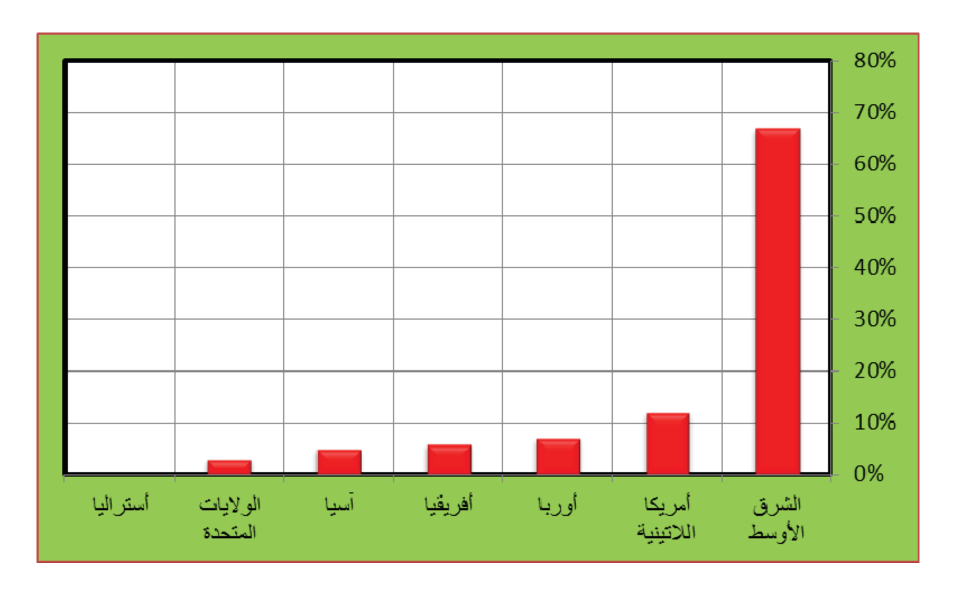
أسيا: تمتلك ما يقارب (50 بليون برميل) إي ما يعادل 5% من احتياجات العالم ويقع حوالي نصف هذا الاحتياط في الصين.

الولايات المتحدة: تمتلك نحو (32 بليون برميل) أي ما يعادل 3% من الاحتياطي العالمي، تمتلك الولايات المتحدة (26 بليون برميل) ويقع معظم الاحتياطي في تكساس وكاليفورنيا وألاسكا.

استراليا: تمتلك احتياطي يقدر (5،2 بليون برميل) أي ما يعادل ثلث الواحد بالمائة من الاحتياطي العالمي.

●●●

الشكل(22) كميات النفط في العالم من حيث الاحتياطي والإنتاج



الفصل الرابع عشر

الغاز الطبيعي

●●●

تمهيد:

يصف الغاز الطبيعي احيانا بانه غاز الصورة الغازية للبترول ، وقد وصف بـالطبيعي للتفرقة بينه وبين الغـاز الـصناعي الـذي يماثلـه في التركيـب والخـواص تقريبـا ، والـذي يـتم الحصول عليه بتسخين الفحم ويتكون من خليط من الغازات ذات الاصـل البـترولي ، ويمكـن قياسه من الناحية الطاقوية بحيث يعـادل (1000 مـتر مكعـب) مـن الغـاز طـن واحـد مـن البترول، وكلما زادت نسبة غاز الميثان كلما كبرت قيمته الحراريـة ويقـاس بـالجول لكـل مـتر مكعب (J/M^3)

ان الغاز الطبيعي هو خلـيط مـن الغـازات القابلـة للاحـتراق مـن المـواد الهيدروكربونيـة يتكون أساسا من الميثان.

خلال القرنين التاسع عشر والعـشرين ، عومـل الغـاز الطبيعـي الخـارج مـع "البـترول" كعادم وكان يتم حرقه عادةً ، أما الان فأن حرق الغاز الطبيعي محرم قانوناً في العديـد مـن بـلاد العالم، بل أن دولاً عربية مثل "مصر" و "قطـر" و "الجزائـر" و"الـسعودية" و"الامـارات" أصـدرت قوانيناً مشددة تمنع ذلك الفعل في العقدين الأخيرين ، وان تـم فيكـون في الحـدود الـدنيا فقـط ويستخدم الغاز الطبيعي حالياً في كافة أنحاء العالم كوقود للتدفئة والتسخين وكوقـود للـسيارات ولمحطات توليد القوى الكهربائية.

اولا: اصل الغاز الطبيعي:-

يتكون أصل الغاز الطبيعي مـن عوالـق الكائنـات الميتـة والمتحللـة في بـاطن الارض وفي المحيطات أو المستنقعات، ولا يختلف الغاز الطبيعي في تكوينه كثيراً عـن

أنواع الوقود الاحفوري الاخرى مثل الفحم والبترول، أذا نتيجة الدفن السريع والضغط عبر الزمن يستمر لألاف السنين، وزيادة الترسيب فوقها مما يزيد الضغط والحرارة، تتغير هذه المكونات الى غاز يسمى الغاز الطبيعي وهو غالباً يتكون مع النفط ، لكن وجود النفط دليل أكيد على وجود الغاز الذي لابد أنه أكتشف قبله، فهو أخف وزناً فيتواجد كالغطاء فوق النفط ، وفي مسامات الصخور التي احتفظت به عبر الزمن، ويتواجد الغاز غالباً في الاعماق من 1000 الى 6000 متر تحت الارض أو المحيط ، وبحرارة لا تقل عن 150م ، وهو غاز عديم الرائحة واللون ، وما نشتم رائحته ما هو الا مادة مضافة لتسهيل كشف الغاز في المنازل والمستشفيات والاماكن التي يستخدم فيها.

بعد التكون التدريجي في القشرة الارضية يتسرب الغاز الطبيعي والبترول ببطء الى حفر صغيرة في الصخور المسامية القريبة التي تعمل كمستودعات لحفظ الخام ، ولان هذه الصخور تكون عادةً مملوءة بالمياه ، فان البترول والغاز الطبيعي وكلاهما أخف من الماء وأقل كثافة من الصخور المحيطة ينتقلان لأعلى عبر القشرة الأرضية لمسافات طويلة أحياناً، وفي النهاية تحبس بعض هذه المواد الهيدروكربونية المنتقلة لأعلى في طبقة لا مسامية (غير منفذ للماء) من الصخور تعرف بـــ صخور الغطاء (**Cap Rock**)، ولأن الغاز الطبيعي أخف من البترول فيقوم بتكوين طبقة فوق البترول تسمى غطاء الغاز (**Gas Cap**).

●●●

ثانيا: مكونات الغاز الطبيعي:-

يتكون الغاز الطبيعي من عدة غازات يتم فصلها بالحرارة، فكل نوع يتبخر عند حرارة معينة ، ثم يتكاثف عند حرارة معينة ، وعلى هذا الاساس يتم الفصل بين الانواع والتي هي: غاز (الميثان ، والايثان ، والبوتان ، والبروبان ، والنافت) ، وهو أحد أهم مصادر الطاقة الأحفورية ، وقليل التكلفة ، وسهل الاستخراج ، وعالي الفعالية ، وهو مهم لصناعة الكيمياويات، ويوضح الجدول(10) مكونات الغاز الطبيعي.

الجدول (10) مكونات الغاز الطبيعي

المكون	الوزن%
ميثان (CH_4)	90-70
إيثان (C_2H_6)	15-5
بروبان (C_3H_8) و بيوتان (C_4H_{10})	5 >
Co_2،N_2،H_2S الخ.	الباقي

ثالثا: اهمية الغاز الطبيعي:-

كان الغاز الطبيعي وحتى نهاية الحروب العالمية الاولى والثانية مصدراً ثانوياً للطاقة ، ولكن الولايات المتحدة الامريكية ومنذ عام 1945م ازداد اهتمامها به ، وسريعا صار الغاز الطبيعي يمثل مصدراً لربع الطاقة المستهلكة في الولايات المتحدة

الامريكية ، وكان هذا في عام 1952م ، وبدأ الاهتمام العالمي للغاز يتزايد وصار بديلاً أنظف من الفحم الذي حل محله، ليصبح مصدراً رئيسياً للطاقة في العالم أجمع.

رابعا: استخدامات الغاز الطبيعي:-

يستخدم الغاز الطبيعي في الطهي والتدفئة وتسخين المياه، وفي الفترة الاخيرة استخدم في السيارات مزدوجة الاستعمال كما ويستخدم في بعض المعدات في محطات توليد الكهرباء حيث يتم احراق الغاز الطبيعي والاستفادة من حرارة الحرق لتوليده ، وفي حقل البتروكيمياويات يستخدم الغاز الطبيعي في صناعة الاسمنت وفي تحلية المياه وايضاً يستخدم في صناعة الصلب كوقود أحفوري لصناعة البلاستك ولصناعة المواد الكيميائية الصناعية كاستخدامه في صناعة الغيار للسيارات، وفي صناعة النفط (اي لفصل مكوناته المختلفة بالحرارة التي يتم توليدها بحرق الغاز الطبيعي).

كذلك يستخدم الغاز الطبيعي أيضاً لصنع المنسوجات والملابس، فضلا عن صناعة أشرطة التسجيل وهو مكون اساسي للمواد العازلة والطلاء ولصناعة المذيبات والصابون والمنظفات باختلافها، وهو مهم لاقتصاد الدولة فبوجود احتياطات كبيرة من الغاز الطبيعي يتحكم اقتصاد الدولة بسعر الغاز الطبيعي وبنسبة تصديره ترفع الدولة أو تخفض سعر الغاز الطبيعي بالاتفاق مع أوبك طبعاً.

●●●

خامسا: مميزات الغاز الطبيعي في القطاعات المختلفة:-

استخدامات متعددة في مجالات (التشغيل الصناعي - أعمال الطهي - تسخين المياه - التدفئة - تكييف الهواء).

ضمان استمرارية الامداد المنشأة بالغاز حيث أن الغاز الطبيعي يتم توزيعه من خلال شبكة خطوط الغاز الارضية ومنها مباشرة الى المنشآت.

التشغيل الاقتصادي مقارنة بأنواع الوقود البديلة أذ يعد الغاز الطبيعي من اكثر انواع الوقود الاحفوري الاخرى ذا جدوى اقتصادية.

الحد من تلوث البيئة لكونه وقود نظيف فهو صديق للبيئة وآمن في الاستخدام وغير سام.

الامان الكامل في التشغيل مقارنة بأنواع الوقود المختلفة.

انعدام التلوث السمعي لاختلاف تقنية نقله عبر شبكات وخطوط تحت الارض كأي مرفق من المرافق السكنية الاخرى.

تعاظم الطلب على المنتجات البترولية السائلة وتحديداً وقود البنزين والسولار باعتبارهما الوقود اللازم في الاستخدام في وسائل النقل وارتفاع اسعارهما وبذلك يعتبر الغاز الطبيعي من افضل البدائل في الاستخدام لوسائل النقل من حيث الكفاءة والتشغيل الاقتصادي والحد من تلوث البيئة والامان في الاستخدام.

●●●

سادسا: مواصفات الغاز الطبيعي:-

الغاز الطبيعي أخف من الهواء، فهو يتطاير سريعاً في الاماكن جيدة التهوية الا أذا تجمع في المناطق المغلقة والجيوب.

الغاز الطبيعي مع الهواء يمكن أن يشتعل مع الشرر أو من مفاتيح الكهرباء أو أي مصادر اللهب المكشوف مثل أعواد الثقاب، الولاعات، لمبة القطع والتسخين وقد يحدث بسبب ذلك حريق أو انفجار.

الغاز الطبيعي غير سام ولكن التعرض لنسبة عالية من الغاز يمكن أن تؤدي الى غثيان وفقدان للوعي لأنه يحل محل الاوكسجين اللازم للتنفس.

الغاز الطبيعي ليس له رائحة (الغاز الخام) وهو الغاز المعني في مشروعنا ليس له رائحة ولذلك تقوم شركات التوزيع بإضافة رائحة نفاذة وذلك للتعرف عليه بالشم في حالة حدوث أي تسرب.

يعتبر الغاز الطبيعي في الوقت الراهن الوقود المثالي (Ideal Fuel) للأسباب التالية:

توفره بكميات كبيرة جداً.

تمتعه بتركيب كيميائي بسيط نسبياً وبطاقة حرارية عالية.

يتطلب عمليات معالجة بسيطة جداً قبل استعماله مقارنة مع الفحم الحجري (Coal) والنفط الخام (Crude Oil)

ذات احتراق سهل وكامل نتيجة لسهولة اتحاده مع الأوكسجين.

●●●

ذات احتراق نظيف (لا يعطي عند احتراقه أي رماد ويختلف "الغاز الطبيعي المضغوط" (Compressed Natural Gas) عن "الغاز السائل" (Liquefied Petroleum Gas) المعروف اختصاراً بـ (LPG) ، وهذا الاخير يحتوي أثقل مكونات "الغاز الطبيعي" البروبان " والبيوتان " اللذان يتم فصلهما من الغاز الطبيعي " المضغوط " في صورته السائلة بنسب معينة عند درجة حرارة (-40 درجة مئوية) ، بينما يتم رفع ضغط " الغاز الطبيعي " الى ضغوط عالية – حوالي 160 بار – ليصبح ما يعرف بـ " الغاز الطبيعي " المضغوط " الذي يعرف اختصاراً بـ (CNG) ، ويتميز بنقائه مقارنة بأنواع الوقود الحفري الأخرى مثل " البنزين " والكيورسين (السولار) " ، ويستخدم أيضاً " الغاز الطبيعي المسال " (Liquefied Natural Gas) كوقود للمركبات المختلفة.

سابعا: طريقة استخراج الغاز الطبيعي:-

يتم استخراج الغاز الطبيعي من اماكن تواجده لاستخدام الآبار، ويكثر تواجد الغاز الطبيعي في الاماكن البعيدة عن الشواطئ بشكل خاص، حيث تعمل شركات التنقيب الخاصة بهذا العمل بنقل كميات الغاز المستخرجة من منصات الانتاج بواسطة انابيب ليتم تجميعها على الشاطئ ومن ثم تكريرها في معامل التكرير وتنقيتها ، وتمر بعدة مراحل الاولى مرحلة التنقية ، وهي: فصل الماء والسوائل الاخرى عن الغاز الطبيعي بفعل الجاذبية، ومن ثم يتم تمرير الغاز المستخلص الجاف عبر مبرد حيث يتم تسييل البروبان وتجميعه، ويتم بيعه وتسويقه كغاز طبيعي مسال، أو معبأ بقوارير كوقود، ويتم ضخ ما تبقى من الغاز الطبيعي

عبر شبكة أمداد خاصة أو اسالته بالتبريد والضغط ، ومن ثم بيعه كغاز طبيعي، ويعتبر الغاز الطبيعي ذا أهمية اقتصادية بالغة ، نظراً لكونه ثروة طبيعية ذات قيمة ، الى جانب دخوله في صناعات بتروكيمياوية كمادة أولية، فضلا عن أنه يدخل في صناعة الاسمدة ، ومعجون الاسنان ، والادوات البلاستيكية وبعض المواد الغذائية.

ثامنا: مراحل أنتاج الغاز:-

يمر الغاز الذي نستعمله في بيوتنا بعدة مراحل قبل وصوله الى أماكن الاستهلاك من أهم هذه المراحل هي:

1.التنقيب: تعد هذه المرحلة من أهم مراحل الإنتاج لأنها تحدد مستقبل الشركة ففي حال العثور على الغاز يتم استثمار أموال ضخمة في تطوير الحقول المكتشفة من خلال ورشات الحفر أو بناء قواعد بحرية باهظة التكاليف في بداية الأنشاء والاستثمار لكن تزداد الأرباح مع الوقت وزيادة الإنتاج.

2.الاستخراج: يتم استخراج الغاز عن طريق حفر بئر سواء على اليابسة ام في الماء وتختلف أجهزة الحفر والمعدات بحسب اختلاف موقع الحفر وفي حالات تواجد الغاز في أعماق كبيرة يتم بناء قواعد حفر وليس ألات حفر، وبسبب شدة الضغط الموجود في أحواض الغاز يندفع الى الاعلى حال وصول آلة الحفر اليه ونادراً ما يتم استخدام مضخات لسحب الغاز.

3.المعالجة: يتم تجميع الغاز الطبيعي الخام في محطات خاصة من أجل فصل العناصر السائلة من المادة الخام وبعض المركبات الكيميائية الأخرى ليتم تسويقه

بشكله الغازي من خلال الانابيب التي صنعت خصيصاً لهذا الغرض اما في حالة غياب الانابيب المناسبة فيستحيل نقله بصورته الغازية لذلك يتم تمييعه في محطات تمييع الغاز من أجل نقله بالصهاريج.

4.النقل: يتم نقل الغاز الطبيعي من محطات المعالجة (والتي تكون غالباً في الحقول) عبر الانابيب المصنوعة من الحديد الصلب ذات اقطار مختلفة، ويتم دفع الغاز عبرها بواسطة مضخات ضغط مركبة في عدة نقاط منها، وبالمقارنة مع النفط والفحم فأن الكميات الضائعة من الغاز أثناء عملية النقل تكون قليلة جداً وتعتبر الانابيب أكثر الوسائل أمناً وفاعلية لآنها مثبتة تحت الأرض وبعيدة عن كل أنواع الأخطار كما يمكن نقله عبر البحار عن طريق تحويله الى الغاز المسال من خلال ناقلات عملاقة مجهزة بأجهزة تبريد للحفاظ على حالته السائلة لذلك يتم بناء محطات تمييع الغاز الطبيعي عند السواحل والموانئ.

5.التخزين: قبل أن يسلم الغاز للمستهلك يمر بمرحلة التخزين لمواجهة التغيرات المحتملة في عمليات التموين أو تقلبات الأسعار الا أن عملية التخزين في حالته الطبيعية تتطلب خزانات ذا احجام هائلة وعملية بنائها شبه مستحيلة لذا وجد خبراء الجيولوجيا خزانات جيولوجية موجودة في الطبيعة داخل أعماق الأرض تلائم الحاجات الضرورية التي تسمح باستيعاب احجام هائلة من الغاز الذي يتم حقنه فيها وإمكانية استعادته بسهولة فيما بعد توجد ثلاث أنواع من هذه الخزانات هي:

●●●

أ. حوض غـاز أو بـترولي مـستنفذ: وهـي أفـضل أنـواع الخزانـات عـلى الاطـلاق لأنهـا تـوفر الخصائص المثالية لذلك الغرض فضلا عن أمكانية استخدام التجهيزات الموجودة من قبـل عمليـة حقن الغاز واستخراجه فيما بعد.

ب. الطبقات الصخرية الصماء: وهي عبارة عن خزانات صخرية موجودة تحت الأرض والتي تتوفر فيها طبقات صخرية رسوبية مغطاة أو محاطة بطبقـات صـماء غـير نفـاذة يحـبس الغـاز داخلها.

ج. الخزانات المحلية: هي عبارة عـن فراغـات موجـودة في الطبيعـة وتكـون غنيـة بـالأملاح حجمها أقل من النوعين السابقين وهي الأخرى توفر خصائص مناسبة للتخزين.

تاسعا: الغاز الطبيعي المسال:-

عند تبريد الغاز الطبيعي الى درجة 160 درجة فهرنهايت تحت الصفر في ضغط جـوي فأنـه يتكثف في شكل سائل يسمى الغاز الطبيعـي المـسال ويعـرف باختـصار في اللغـة الانجليزيـة بــ (LNG) فمقدار واحد من هذا السائل يأخـذ 1/600 مـن حجـم الغـاز الطبيعـي في رأس شـعلة الموقد، ويزن الغاز الطبيعي المسال أقل من واحد ونصف من حجم الماء وفي الحقيقة يبلغ 45% تقريباً، ومن خصائص الغاز الطبيعي المسال أنه عـديم الرائحـة واللـون ولا يـسبب التأكـل وغـير سام، وعند تبخيره فأنه يشتعل فقط في درجات تركيز من 5%-15% عنـد مزجـه بـالهواء والغـاز الطبيعي المسال أو بخاره لا ينفجران في بيئة مفتوحة.

●●●

عاشرا: خزن الغاز الطبيعي المسال:-

تحتوي صهاريج نقل الغاز الطبيعي المسال على جدران مع عزل فعال بصورة كبيرة بين الجدران تمتاز صهاريج نقل الناقلات الضخمة بنسبة تباعديه منخفضة (نسبة الارتفاع الى العرض) وتصميم اسطواني مع سقف على شكل قبة ودرجات الضغط للتخزين في هذه الناقلات منخفضة جداً ، أقل من 5 درجات (psig)، ويمكن تخزين كميات صغيرة مثل 70.000 جالون وأقل في صهاريج افقية او راسية ذات فراق جوي مضغوط. وقد تكون هذه الصهاريج تحت ضغط في اي مكان اقل من 5 درجات (psig) الى اكثر من 250 درجة (psig) ويجب المحافظة على برودة الغاز الطبيعي المسال (84 درجة فهرنهايت تحت الصفر على الاقل) لكن يبقى سائلا ومستقلا عن الضغط.

احدى عشر: الاحتياطيات العالمية من الغاز الطبيعي:-

نظراً لارتفاع المستوى المادي للبشر في العالم فقد زاد استهلاكهم من الطاقة بشدة من اجل تسيير السيارات التي تحملهم الى أعمالهم، ومن أجل الكهرباء التي صارت لا غنى عنها في الحضارة الحديثة وغير ذلك الكثير، وحيث أن مصادر الطاقة في العالم ناضبة وغير متجددة.

يعرف الاحتياطي المؤكد من الغاز لحقل ما بأنه الكمية القابلة للاستخلاص على مدى عمر الحقل في ظل التكنولوجيا والاعتبارات الاقتصادية السائدة.

●●●

وطبقا لتعريف مجلة البترول والغاز الامريكية المتخصصة يتم تعريف الاحتياطي المؤكد من الغاز الطبيعي بأنه: الكميات التي يمكن استخراجها في ظل ما هو معروف حاليا من الأسعار والتكنلوجيا.

لقد بلغ الاحتياطي للعالم في عام 1999 (6504) ترليون قدم مكعب أو ما يعادل 180 ترليون متر مكعب ويفيد تقرير لشركة رتش بتروليوم أن العالم لديه احتياطي مؤكد من الغاز الطبيعي تكفي استهلاكه لمدة 64 عاماً بالمقارنة مع البترول الذي يكفي لمدة 40 عاماً فقط، في حين اصبح احتياطي العالم من الغاز الطبيعي (19386) ترليون متر مكعب عام 2011، تمتلك منطقة الشرق الاوسط وشمال افريقيا أكثر من 45% من الاحتياطات العالمية المؤكدة من الغاز، يمتلك الوطن العربي 72 ترليون متر مكعب من الغاز الا أن توزيعها على الدول يختلف أذ تمتلك قطر 25201 مليار متر مكعب، ويوضح الجدول(11) الدول العشر الاوائل في احتياطات الغاز في العالم.

الجدول (11) أول عشرة دول في احتياطات الغاز في العالم لعام 2007 مقاسة بالمليار متر مكعب

الدولة	الاحتياطي المؤكد
مجموعة الدول العربية (السعودية ، العراق ، الامـارات ، قطـر ، البحـرين ، عمان ، مصر ، الجزائر ، ليبيا ، تونس ، سوريا ، اليمن ، السودان)	54722
دول أوبك غير العربية (اندونيسيا ، فنزويلا ، نيجيريـا ، انغـولا ، الاكـوادور ، أيران)	40198
كومنولث الدول المستقلة (روسـيا ، كازاخـستان ، أذربيجـان ، تركمانـستان ، أوزبكستان)	56689
الولايات المتحدة	6113
الصين	2457
النروج	2216
كندا	1629
المملكة المتحدة	407
المكسيك	388
البرازيل	344
باقي دول العالم	22933
اجمالي احتياطي العالم	188096

اثنا عشر: احتياطي الغاز الطبيعي على مستوى الوطن العربي والعراق:-

بلغ اجمالي احتياطي الدول العربية من الغاز الطبيعي (53716) مليار متر مكعب وبنسبة (30.3%) من الاحتياطي العالمي البالغ (177103) مليار متر مكعب لسنة 2009، وتأتي دولة قطر بالمرتبة الأولى بنسبة (46.9%) تليها المملكة العربية السعودية بالمرتبة الثانية بنسبة (13.6%) وهكذا لبيقة الدول العربية، ينظر الجدول(12) والخريطة() اللذان يوضحان مراتب الدول العربية وأهميتها النسبية في احتياطي الغاز الطبيعي.

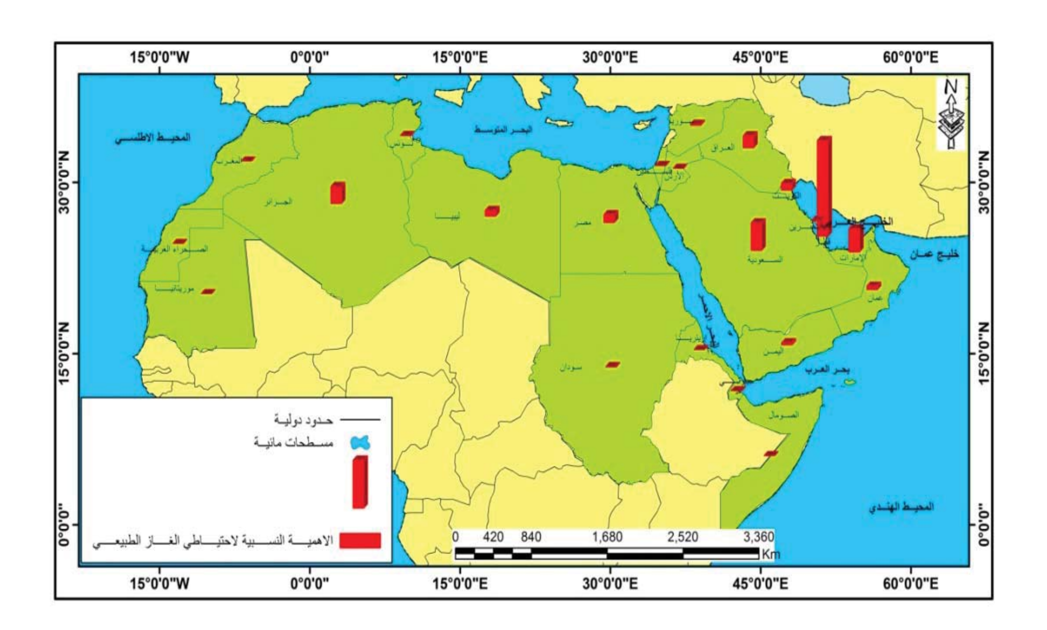
الجدول (12)

مراتب الدول العربية وأهميتها النسبية في احتياطي الغاز الطبيعي.

الدولة	الأهمية النسبية (%)
قطر	46.9
السعودية	13.6
الأمارات	11.3
الجزائر	8.4
العراق	5.9
مصر	3.9
الكويت	3.3
ليبيا	2.9
عمان	1.8
اليمن	1
سوريا	0.5

البحرين	0.2
السودان	0.2
تونس	0.1
المجموع (53716) مليار م3	%100

الخريطة(9) احتياطي الغاز الطبيعي على مستوى الوطن العربي.



اما على المستوى العالمي فقد حل العراق في المرتبة الخامسة والعشرون من مجموع احتياطي العالم للغاز الطبيعي وتقدر حجم احتياطات العراق من الغاز الطبيعي بحوالي (61) مليار م3 ولا زال العراق يعد أقل الدول العربية استكشافاً للغاز الطبيعي وحسب منظمة الأوبك يقدر الافتراضي لنضوب الغاز الطبيعي في العراق بحوالي (307) سنة وهو الاطول عمراً على مستوى العالم، أن اغالب الغاز الموجود في العراق هو غاز مصاحب أي مصاحب للنفط.

●●●

اما بالنسبة لإنتاج الغاز الطبيعي في العالم فيمكن ان نوضح ذلـك مـن خـلال الجـدول(13) والخريطة(10).

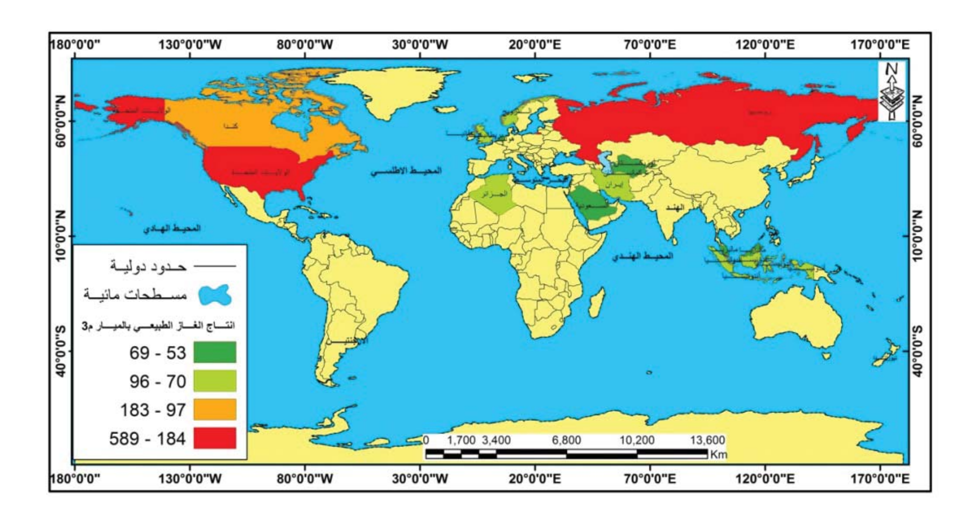
الجدول (13) أنتاج الغاز الطبيعي بحسب الكمية في دول العالم

الدولة	مليار م3 سنة
روسيا	589
أمريكا	543
كندا	183
المملكة المتحدة	96
أيران	85
الجزائر	82
النروج	78
اندونيسيا	73
هولندا	69
السعودية	64
أوزبكستان	56
تركمانستان	54
ماليزيا	53

الوحدة:(مليار متر مكعب)

●●●

الخريطة(10) التوزيع الجغرافي لانتاج الغاز الطبيعي في العالم



●●●

المصادر

مصادر الكتب:-

اسماعيل، محمد رافت ، وعـلي جمعـان الـشكيل ، الطاقـة المتجـددة ، دار الـشروق ، ط2 ، 1998.

البار، احمد ، التطورات في سوق النفط ، الطبعة الاولى ، دار الفنون للطباعة والنـشر ، جـدة 1986م.

البنـي، حمـدي ، البـترول المـصري تجـارب المـاضي وافـاق المـستقبل ، الطبعـة الثانيـة ، دار المعارف القاهرة ، 1999م.

التقرير الإحصائي السنوي الصادر عن الأقطـار العربيـة المـصدرة للـنفط (للـسنوات 1973 – 1984).

توسيشتي، اندرة ، الصراعات البترولية في الشرق الأوسط ، دار الحقيقة ، بيروت ، 1971 ، ص 15 -19.

جاك فـيرني (gack verny) ، الطاقـات المتجـددة / ترجمـة عبـد الهـادي الإدريـسي ، ط/1 / 2011.

الحسن نجاة عباس، التحليل المكاني لاستخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقـة الكهربائيـة في العراق، أطروحة دكتوراه،(غير منشورة)، كلية التربية، الجامعة المستنصرية،2012.

حسين عبدالـلـه ، البترول العربي دراسة اقتصادية سياسية ، مركز دراسات الوحدة العربيـة ، بيروت ، 2000.

●●●

الحمش، منير، موســـــــــوعة القرن العشرين ، دار المستقبل العربي ، القاهرة ، 2000.

خاطر، نصري ذياب، جغرافية الطاقـة ، الجنادريـة للطباعـة والنـشر ، الاردن ، عـمان ،ط1 ، 2014.

الخولي، فتحي أحمد،" اقتصاديات النفط"، الطبعة الثانية، دار حافظ للنشر والتوزيع، جـدة، السعودية،. 1992.

الخياط، محمد مصطفى،تكنلوجيا طاقة الرياح، مجلة الكهرباء العربية، العدد(95)،2009.

الخياط، محمد مصطفى محمد ، تكنـولوجيـا طـاقة الريـــاح تطبيقـات طـــاقة الريـــاح مجلة الكهرباء العربية، العدد(95) 2009.

الخياط، محمد مصطفى محمد، سياسات الطاقة المتجددة إقليميـا وعـالميا، هيئـة الطاقـة الجديدة والمتجددة ،وزارة الكهرباء والطاقة ، مصر،2008.

السماك ، محمد أزهر سعيد،جغرافية الصناعة بمنظور معاصر،دار اليـازوري العلميـة للنـشر والتوزيع،عمان،الاردن،2011.

شريف ابراهيم ابراهيم،جغرافية الصناعة،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي،بغداد،1981.

صـوالحه، حكـم عبـد الجبـار مـصطفى، الجيولوجيـا العامـة، دار المـسيرة للنـشر والتوزيـع والطباعة، الطبعة الاولى،2005.

الطرزي، عبدالـلـه، جغرافية الطاقة الكهربائية في الوطن العربي في عقـد التـسعينات، مجلـة كلية الآداب، جامعة صنعاء، العدد16، 1994.

عادل خليفة ، اقتصاديات الدول العربية وتحديات التنمية رؤية جديدة ، دار المنهل اللبناني بيروت ، 1996.

عبـد الفـضيل ، محمـود، الـوطن العـربي بـين قـرنين ، مركـز الدراسـات الوحـدة العربيـة ، بيروت2000.

عبــدالرؤوف، رهبــان، الأهميــة النــسبية النوعيــة لمــوارد الطاقة،مجلــة جامعــة دمــشق، المجلد(27)، العددان الاول والثاني،2011.

عياش، سعود يوسف ،تكنلوجيا الطاقة البديلة ،الكويت،1981.

عياش، سعود يوسف، تكنولوجيـا الطاقـة البديلـة، سلـسلة كتـب ثقافيـة يـصدرها المجلـس الوطني للثقافة والفنون والآداب،الكويت، 1990.

غانم، عـلي احمـد، المنـاخ التطبيقـي،دار المـسيرة للنـشر والتوزيـع والطباعـة، عـمان،الاردن، 2010.

الفهداوي، ليث محمود خليفة،التحليل المناخي لعنصر الرياح في محافظـة الانبـار ومجالاتـه التطبيقية، رسالة ماجستير،كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الانبار،2011.

فولي، حسن سلطان، جغرافية الطاقة،دار المؤيد،الرياض،2006.

المـــجذوب، محمد ، النفط في حياتنا العربية ، بحث منشور في مجلة قضايا عربية ، العـدد (4) ، 1980.

●●●

محمد رأفت اسماعيل رمضان، " الطاقة المتجددة"، كلية العلوم، دار الشروق، الطبعة الأولى 1986.

محمد محروس إسماعيل، اقتصاديات البترول والطاقة، ديوان المطبوعات الجامعية، مصر، 1988.

المحمدي، نظير صبار حمد، المناخ واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرمادي(دراسة في المناخ التطبيقي)،أطروحة دكتوراه(غير منشورة)،كلية التربية، الجامعة المستنصرية، 2003.

مصطفى، سمير سعدون، الطاقة البديلة، مصادرها واستخداماتها، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2011.

مقليد، عيسى، قطاع المحروقات الجزائرية في ظل التحولات الاقتصادية، مذكرة ماجستير، جامعة الحاج لخضر، بانته، 2008.

النوري، سولاف عدنان ، عبير يحيى الساكني، إمكانية سرع الرياح في العراق ودورها في انتاج الطاقة الكهربائية)دراسة في جغرافية الطاقة) ،مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم الإنسانية ، جامعة بابل ، العدد 18 ، 2014.

يوسف، عياش سعود ، تكنولوجيا الطاقة البديلة ، سلسلة كتب ثقافية يصدرها مجلس الثقافة والفنون والآداب ، الكويت،1990.

أسامة فاضل، محطات طاقة الأمواج، بحث منشور على الموقع الالكترونيWWW.Kawngroup.Com.

شبكة المعلومات الدولية الانترنت https://ar.wikipedia.org/wiki

●●●

موقع النفط والغـاز العـربي، الغـاز الطبيعـي- مقدمـة عـن الغـاز الطبيعـي، 2013/05/22،

http://www.arab-oil-naturalgas.com

طاقـه المـد والجـزر - منتـدى المهنـدس: Follow us: @almohandes_org on Twitter

/Almohandes.forum on Facebook

43. www.iraq4allnews.dk/new/shownews.phppcot=33712

44.www.emkanat.org/solar_energy/.

45. www.robedwards.com 2010/ 07

46. http//en.wikipedia.org/wiki/Tidal- power

47. http://en.wikipedia.org/wiki/Tidal_power

48. http://www.impactlab.net/2008/08/09/britain-plans-worlds-largest-tidal-power-station/?dem_add_user_answer=true&dem_poll_id=27.

49.http://www.guardian.co.uk/environment/2008/sep/04/waveandtidalpower.renewableenergy

50.www.robedwards.com/2009/04.

51. ww.uae7.com/vb/attachments/.

●●●



أ.د صبحي أحمد الدليمي

مواليد 1975..الانبار..الرمادي

- الدراسه الابتدائيه والمتوسطة والإعدادية في قرى زوغير والقريه العصريه وزنكوره
- خريج كلية التربيه عام 1997
- حصل على شهادة الماجستير في جغرافية الصناعه عام 2003
- حصل على شهادة الدكتوراه في نفس التخصص عام 2013
- تدريسي في قسم الجغرافيا منذ عام 2003 ولحد الآن
- حصل على لقب أستاذ عام 2015
- نشر أكثر من 13 بحث علمي في اختصاصات مختلفه في مجلات علميه رصينه

مؤلفاته :

- طرائق تدريس الجغرافيا - مع الدكتور هادي مشعان ربيع.عام 2005
- جغرافية أفريقيا الاقليميه - مع الدكتور خالد الحمداني.عام 2017









